

Tecnologia del vídeo digital per a projectes escènics

UOC

Autoria: Omar Álvarez Calzada

Universitat Oberta
de Catalunya



L'encàrrec i la creació d'aquest recurs d'aprenentatge UOC han estat coordinats per la professora: Irma Vilà i Òdena

Primera edició: setembre 2023
© d'aquesta edició, Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Autoria: Omar Álvarez Calzada
Producció: FUOC



Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –excepte que s'indiqui el contrari– a una llicència Creative Commons de tipus Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índex

1. CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques DELS FORMATS DE VÍDEO.....	5
1.1. RESOLUCIÓ	5
1.2. RELACIÓ D'ASPECTE	6
1.3. RELACIÓ D'ASPECTE DEL PÍXEL.....	6
1.4. VELOCITAT DE QUADRE	7
1.5. TIPUS D'ESCANEIG DE LA IMATGE	8
1.6. MODE O SISTEMA DE COLOR.....	9
1.7. FONDÀRIA DE COLOR	10
1.8. PERFIL DE COLOR.....	11
2. COMPRESSIÓ DE VÍDEO	13
2.1. SUBMOSTREIG DE CROMINÀNCIA	13
2.2. REDUNDÀNCIA ESPACIAL.....	14
2.3. REDUNDÀNCIA TEMPORAL	14
2.4. TIPUS DE COMPRESSIÓ	15
2.4.1. <i>Compressió sense pèrdues</i>	15
2.4.2. <i>Compressió subjectiva sense pèrdues</i>	15
2.4.3. <i>Compressió amb pèrdues</i>	15
2.5. CÒDEC (COMPRESSOR-DESCOMPRESSOR)	15
2.6. TAXA DE BITS (<i>BITRATE</i>)	16
2.7. COMPRESSIÓ INTRAQUADRE	16
2.8. COMPRESSIÓ INTERQUADRE	17
2.9. CÒDEC H264 (MPEG-4 AVC).....	18
2.10. <i>HARDWARE ACCELERATION CODEC</i>	18
2.11. CÒDECS D'ALTA QUALITAT.....	19
3. FORMATS DE VÍDEO	19
3.1. DEFINICIÓ ESTÀNDARD	19
3.2. ALTA DEFINICIÓ	19
3.3. 2K.....	21
3.4. 4K DCI + UHDTV.....	21
3.5. RESOLUCIONS MULTIMÈDIA	23
4. EL SENYAL DE VÍDEO.....	24
4.1. TIPUS DE SENYAL	24
4.2. TRANSMISSIÓ DEL SENYAL	25
4.3. PROTOCOLS I ESTÀNDARDS PER A LA TRANSMISSIÓ DEL SENYAL DE VÍDEO.....	27
4.3.1. <i>High-Definition Multimedia Interface (HDMI)</i>	27
4.3.2. <i>Digital Visual Interface (DVI)</i>	28
4.3.3. <i>Display Port</i>	29
4.3.4. <i>Serial Digital Interfícies (SDI)</i>	30
4.3.5. <i>HdBaseT</i>	30
4.3.6. <i>Network Digital Interface (NDI)</i>	31
5. TECNOLOGIA DE LA PROJECCIÓ DE VÍDEO	31
5.1. EL VIDEOPROJECTOR.....	31
5.2. TIPUS DE SENSORS	32

5.3.1. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	32
5.3.2. <i>Liquid Crystal on Silicone (LCoS)</i>	34
5.3.3. <i>Digital Light Processing (DLP)</i>	34
5.4. PARTS DE UN VIDEOPROJECTOR.....	35
5.4.1. <i>Input panel</i>	36
5.4.2. <i>Sistema de direcció de la llum</i>	37
5.4.3. <i>The light engine</i>	41
5.4.4. <i>Sistema òptic</i>	44
5.4.5. <i>Sistema de ventilació</i>	44
5.4.6. <i>El sistema nerviós</i>	44
5.5. LLUM LED.....	45
5.6. CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES D'UN VIDEOPROJECTOR.....	46
5.7. CONSIDERACIONS PRÀCTIQUES DE LA PROJECCIÓ DE VÍDEO.....	47
5.7.1. <i>Perpendicularitat</i>	47
5.7.2. <i>Keystone</i>	47
5.7.3. <i>Tipus de l'ens</i>	48
5.7.4. <i>Lents i especials</i>	49
5.8. <i>LENS SHIFT</i>	51
5.9. CORRECCIÓ DE GEOMETRIES.....	52
5.10. CÀLCUL DE FÀRMACS DE PROJECCIÓ.....	52
5.10.1. <i>Base de pantalla / Focal / Distància projecció</i>	52
5.10.2. <i>Càlcul de la potència lumínica</i>	54
5.11. TÈCNIQUES DE MULTIPROJECCIÓ.....	54
5.11.1. <i>Edge blending</i>	54
5.11.2. <i>Stacking</i>	55
6. EQUIPS DE CAPTACIÓ, REPRODUCCIÓ I MANIPULACIÓ.....	55
6.1. <i>MITJA SERVER</i>	55
6.2. GRAPHICS PROCESSING UNIT (GPU).....	57
6.3. CAPTURADORES DE VÍDEO.....	58
6.4. REPRODUCTORS.....	59
6.5. DISTRIBUÏDORS DE SENYAL.....	60
6.6. SELECTORS DE SENYAL.....	60
6.7. MÀTRIX DE SENYAL.....	61
6.8. MESCLADORS DE SENYAL.....	62
6.9. PROCESSADORS DE SENYAL.....	63
6.10. CONVERSORS DE SENYAL.....	64

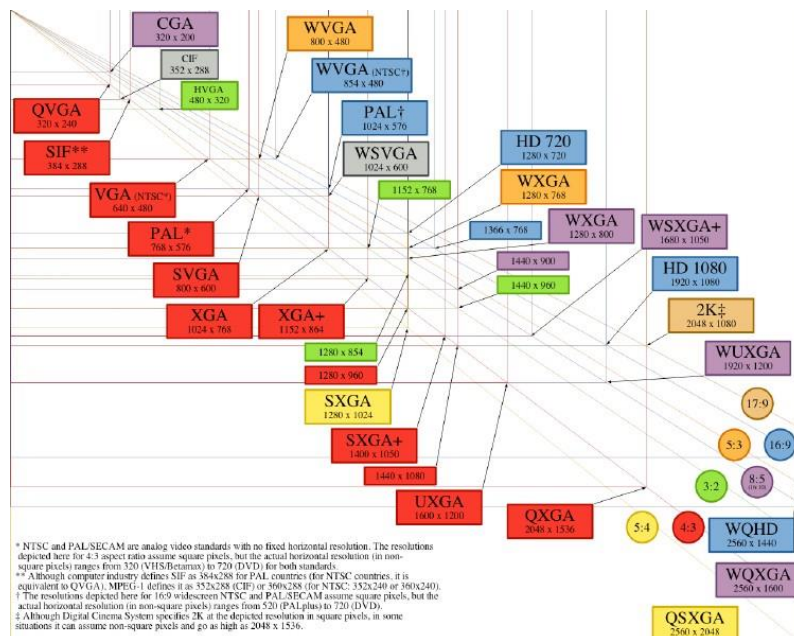
1. Característiques tècniques dels formats de vídeo

Abans de l'aparició de la High Definition (HD), la televisió digital i la incorporació dels ordinadors al món de la producció audiovisual existien dos formats de vídeo: PAL i NTSC. Aquests formats avui els coneixem com a Standard Definition (SD). Amb la incorporació de l'HD, apareixen multitud de formats fins a arribar l'amalgama de formats que trobem actualment: 2K, 4K, UHD, 8K, etc.

Aquests formats defineixen les característiques bàsiques de la imatge de vídeo: resolució / relació d'aspecte / FPS / tipus d'escaneig.

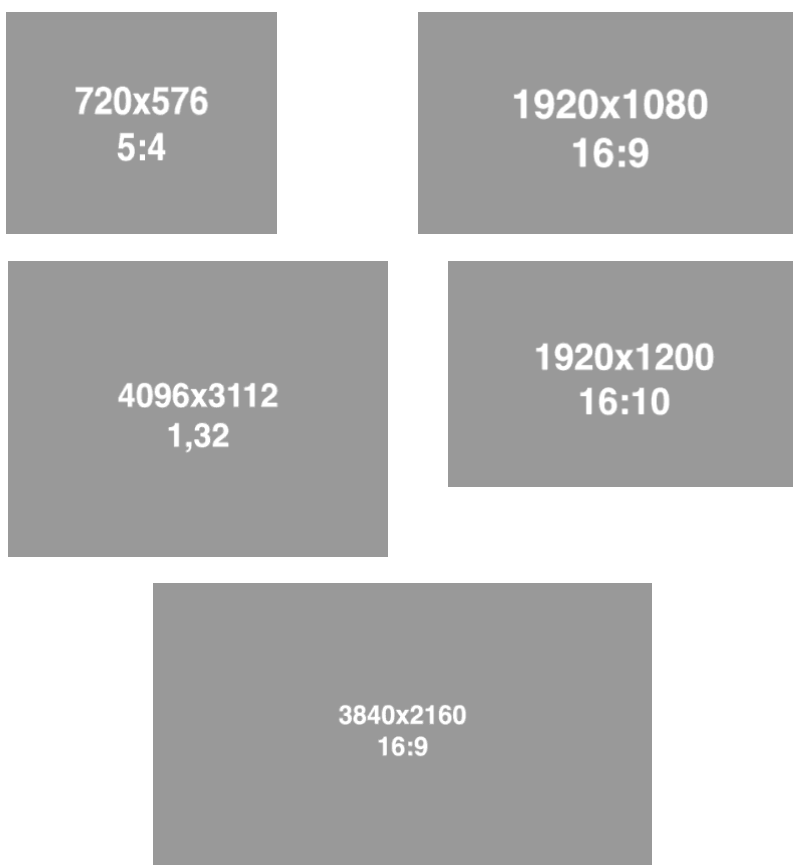
1.1. Resolució

La resolució és la mida d'una imatge de vídeo expressada en píxels. N'expressa la mida horitzontal i vertical. Així, per exemple, 1920x1080 expressa la mida d'una imatge de 1.920 píxels horitzontals per 1.080 píxels verticals. Hi ha diferents tipus de resolucions tant des del punt de vista del vídeo, la TV o el cinema com des del punt de vista de la computació gràfica.



1.2. Relació d'aspecte

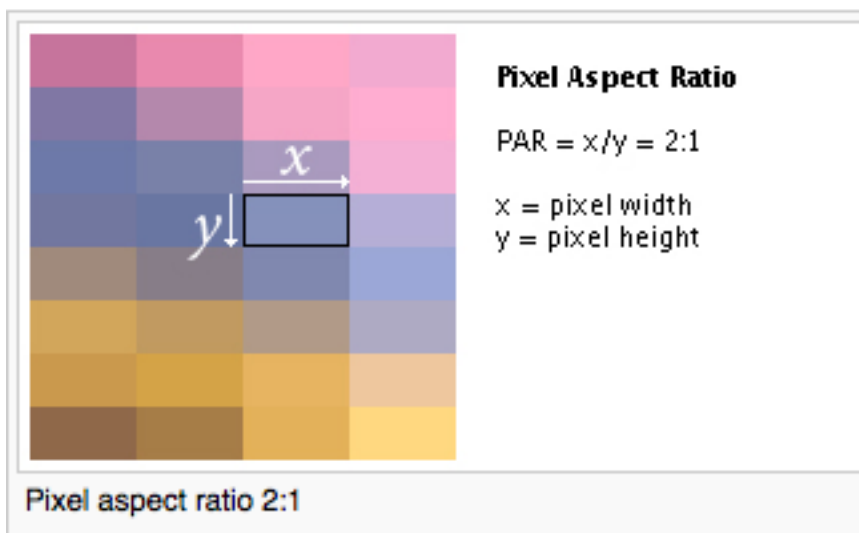
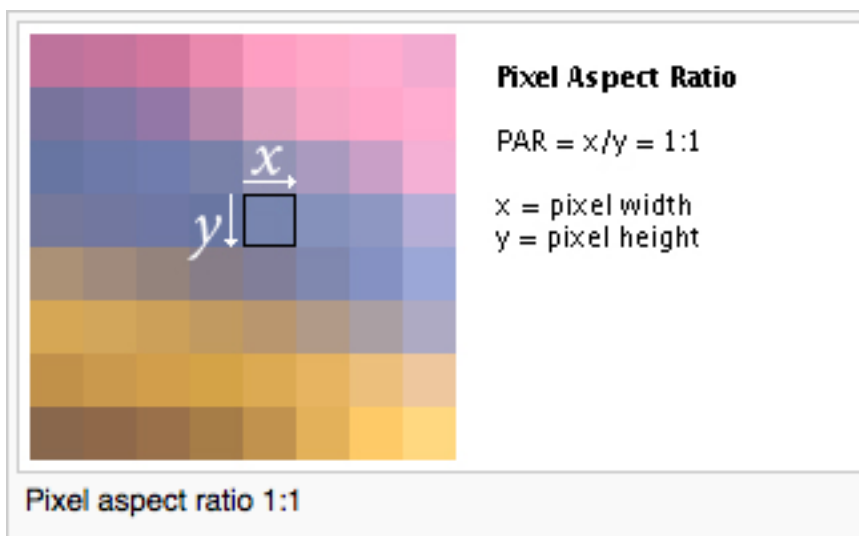
És la relació que manté la part horitzontal d'una imatge respecte a la seva part vertical. Una resolució 640x480 té una relació d'aspecte d'1,333, que surt de dividir 640/480. És una relació d'aspecte de 4:3, ja que si dividim 4/3 ens dona 1,333. La resolució 1920x1080 té una relació d'aspecte d'1,78, que és el mateix que 16:9.



1.3. Relació d'aspecte del píxel

Els píxels d'una imatge poden ser rectangulars o quadrats. Tradicionalment la imatge de TV era de píxel rectangular mentre que la imatge generada per ordinador era de píxel quadrat.

Actualment, la majoria dels formats de vídeo treballen amb píxels quadrats.

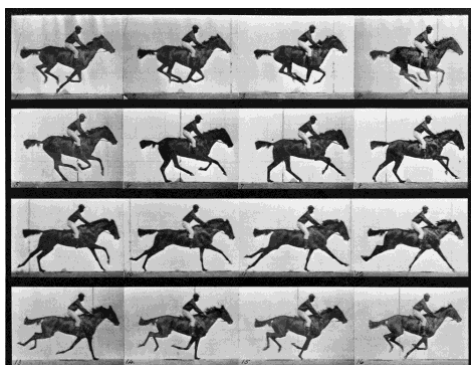


1.4. Velocitat de quadre

La velocitat de quadre és la quantitat d'imatges per segon que formen una imatge en moviment. El cinema sempre ha treballat a 24 FPS, tot i que fa ja uns anys es treballa en un estàndard de 48 FPS.

La imatge de TV ha tingut velocitats de 25 FPS en el sistema PAL i 29.97 en el sistema NTSC.

Amb l'HD i el 4K es pot treballar a velocitats de fins a 240 FPS.

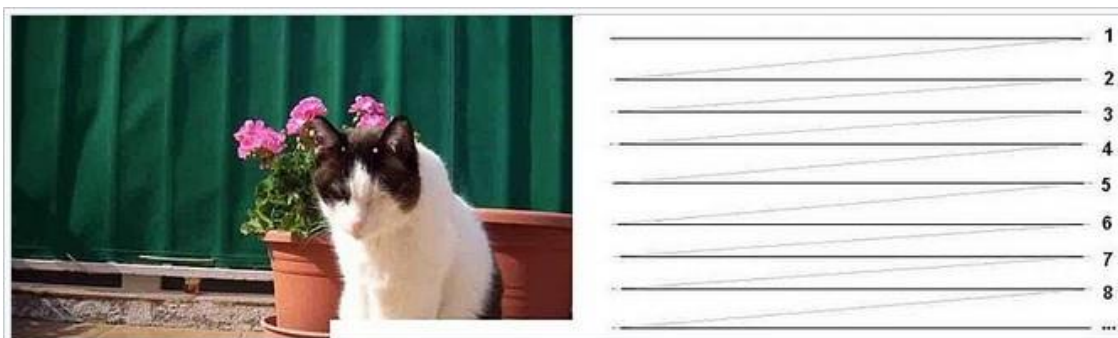


1.5. Tipus d'escaneig de la imatge

Les imatges del vídeo i de la televisió, abans que digitals, van ser analògiques i el sistema d'escaneig que tradicionalment s'ha fet servir ha estat l'escaneig entrellaçat enfront de l'escaneig progressiu utilitzat en el cinema.

L'**escaneig entrellaçat** es va inventar per evitar el *flicker* de la representació d'imatges de TV en els televisors de tub. Es basa en agafar les línies verticals del quadre d'una imatge i dividir-los en dos camps, camp parell i camp senar, perquè, en ser exposades al doble que la seva velocitat de quadre, donin la sensació de ser una imatge completa.





L'escaneig progressiu està basat en l'exploració seqüencial de les línies d'una imatge, que s'efectua d'una línia a una altra de manera successiva.

1.6. Mode o sistema de color

Els sistemes de mescla de color permeten, a través de la barreja d'uns colors primaris, aconseguir la resta dels colors de l'espectre visible.

Mentre que, en pintura, amb la utilització de pigments de color, es fa servir un tipus de barreja subtractiva (la suma de pigments de color elimina llum i produeix el negre), en el senyal de vídeo la barreja que es fa servir és additiva (la suma de tots els colors produeix el blanc).



En la formació del senyal de vídeo hi ha dos sistemes bàsics per a la barreja de color: RGB i YUV.

RGB: és el sistema utilitzat en senyal informàtic i es basa en la barreja additiva de tres colors primaris: $R + G + B$.

YUV: el sistema YUV es va inventar en els inicis de l'emissió de senyal de TV en color. Els primers sistemes d'emissió de senyal de vídeo eren el blanc i negre, i en aparèixer els primers sistemes en color, els enginyers es van veure obligats a inventar un sistema compatible amb la majoria dels televisors en blanc i negre que existien a les llars nord-americanes.

Van inventar el sistema YUV, el sistema bàsic que s'utilitzava en els estàndards de televisió PAL i NTSC.

El senyal de vídeo s'aconsegueix sumant els components de luminància (Y) i crominància (UV).

Luminància (Y): per aquest component passa la informació luminància i el color verd. D'aquesta manera, s'aconsegueix que el televisor en blanc i negre pogués entendre aquest senyal només amb la informació del component Y.

Crominància (UV): el senyal de crominància és el que afegeix a Y la informació de color $U(B-y) + V(R-y)$.

1.7. Profunditat de color

Per a més informació

https://ca.wikipedia.org/wiki/Profunditat_de_color

<https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/image-essentials.html>

La profunditat de color o profunditat de bits és la quantitat d'informació de color que està disponible per a cada píxel d'una imatge. Com més profunditat de bits, més informació de color i més colors disponibles per a la representació d'un color. Els nivells de profunditat de color bàsics de la majoria de programari d'edició o retoc de fotografia són de 8, 16 o 32 bits.

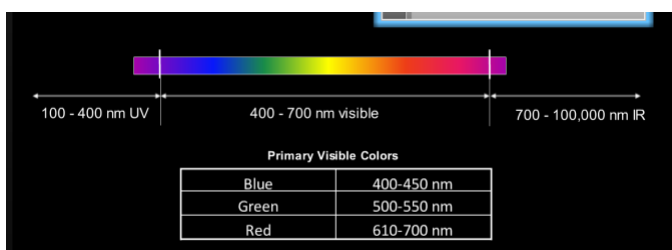
En sistemes de càmeres digitals podem trobar valors de 8, 10 o 12 bits.

1.8. Perfil de color

Per a més informació

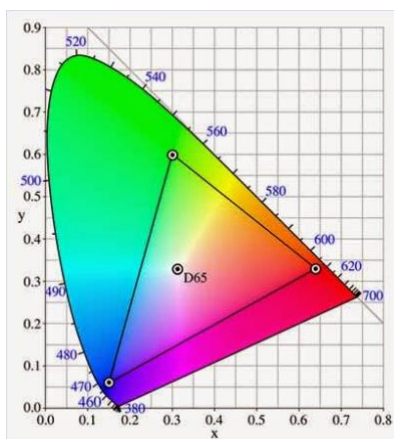
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/vision/cie.html>

Un perfil de color és una representació matemàtica del color que descriu un rang de colors definit. L'espectre visible per l'ull humà no coincideix amb la quantitat d'aquests colors visibles que poden ser representats per un dispositiu electrònic (tant de captació com de reproducció o visualització) i per poder definir la quantitat d'aquests colors es fan servir els perfils de color, que dibuixen un diagrama de cromaticitat sobre el model CIE 1931. La quantitat d'aquests colors que un sistema electrònic pot reproduir és el que es coneix com a gamut.



El diagrama CIE 1931 va ser establert per la Comission Internationale de l'Éclairage (CIE) el 1931 i, basant-se en els estudis sobre com funciona l'ull humà, representa tot l'espectre visible per l'home.

Els perfils de color es representen amb un diagrama de cromaticitat dibuixat dins d'un diagrama CIE 1931.

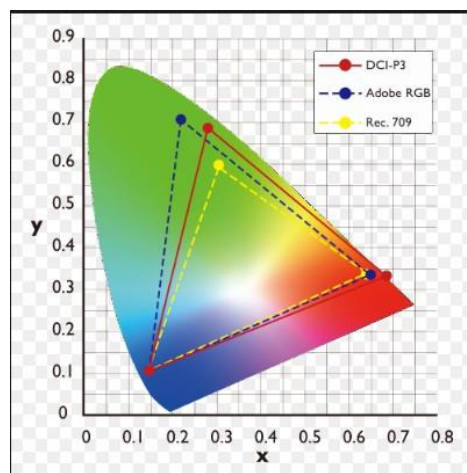
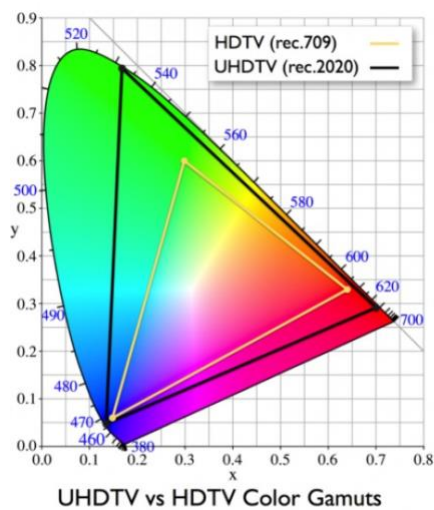


Existeixen diferents tipus de perfils de color: sRGB, Adobe RGB, etc.

En vídeo, els més usats actualment són el Rec 709, el Rec 2020 i, en cinema, el DCI-P3 o l'ACES.

El Rec 709 és la recomanació de la ITU per al vídeo en HD, i per a la UHDTV, es fa servir el Rec 2020, que és una recomanació d'espai de color ampliat pensat per a futures implementacions i novetats en formats de vídeo.

DCI-P3 és l'espai de color usat en produccions cinematogràfiques definit per la Digital Cinema Initiatives (DCI).



2. Compressió de vídeo

Per a més informació

<http://edii.uclm.es/~jmllova/Archivos/VD/Archivos/VdCompresion.pdf>

En els inicis de la gravació i retransmissió d'imatges de vídeo, el senyal amb què es treballava era de tipus analògic, però en el moment en què les seqüències d'imatges es comencen a tractar com a senyal digital amb la incorporació dels ordinadors al món de la producció de vídeo, apareix la necessitat de la compressió.

El problema amb la digitalització del senyal de vídeo és la quantitat de bits que s'haurien de fer servir en cas de no comprimir, que dificulten, en els seus orígens, tant l'emmagatzematge en els discos durs de poca capacitat que existien, com la manipulació i reproducció, alhora que afegia problemes per a la retransmissió, per la limitació de l'amplada de banda existent.

Atès que, tant l'espai en disc per minut com l'amplada de banda de l'espectre radioelèctric eren limitats, es va fer imperiós aplicar factors de compressió de la imatge per a la reproducció, manipulació en postproducció i retransmissió.

La compressió de vídeo és un procés matemàtic pel qual aconseguim reduir la taxa de bits d'un senyal de vídeo. El procés de compressió es basa en l'eliminació de la informació redundant i la codificació intel·ligent de la informació real. La informació redundant és la informació que es pot eliminar durant el procés de compressió per reconstruir-la posteriorment durant el procés de descompressió a partir de la informació real.

2.1. Submostratge de crominància

Per a més informació

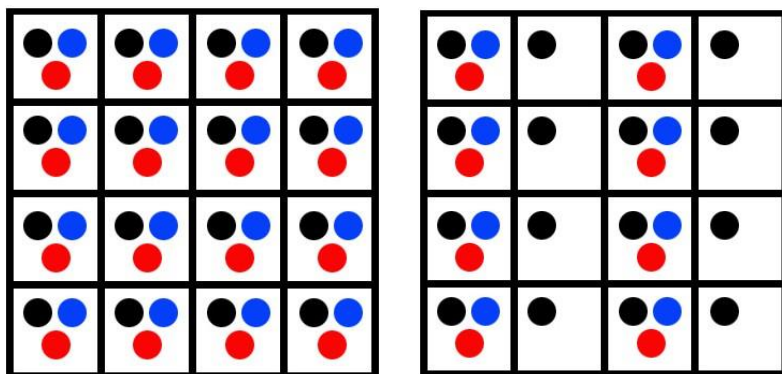
<http://www.cinedigital.tv/que-es-todo-eso-de-444-422-420-o-color-subsampling/>

És una tècnica que es fa servir per reduir l'amplada de banda d'un senyal de vídeo. Es comprimeix el senyal de crominància perquè la imatge de vídeo «pesi» menys.

L'amplada de banda més gran és per a la luminància i redueix la informació en el senyal de crominància.

El submostratge de crominància se sol expressar en numeracions tipus 4:4:4 o 4:2:2, seguides del nom del tipus de senyal. Així, podem trobar senyals YUV 4:4:4, YUV 4:2:2 o YUV 4:2:0.

Es basa en la presa de mostres de cada component per comprimir la resta. Així un senyal 4:4:4 no té compressió en crominància, ja que agafa el mateix nombre de mostres per als tres components, mentre que un senyal 4:2:2 té dues mostres de crominància per cada quatre de luma.



4:4:4

4:4:2

2.2. Redundància espacial

Es troba dins de cada *frame* i es basa en la poca diferència que hi ha en segons quina part de la imatge d'un píxel a un altre com, per exemple, a les cares o en paisatges o objectes.

El fet que diversos píxels adjacents siguin pràcticament iguals entre si permet transmetre un píxel representatiu del conjunt i codificar les diferències de cada píxel respecte a aquest.

2.3. Redundància temporal

Es basa en què els *frames* successius d'una imatge no canvien significativament, per la qual cosa existeixen píxels homòlegs respecte d'un *frame* amb el seu anterior i el seu successor.

2.4. Tipus de compressió

2.4.1. Compressió sense pèrdues

L'algoritme de compressió que és capaç de reduir la mida de la informació d'un fitxer essent possible la recuperació exacta de la informació en descomprimir-lo.

Els més coneguts d'aquests compressors sense pèrdues són: ZIP i RAR.

2.4.2. Compressió subjectiva sense pèrdues

Durant el procés de compressió-descompressió no es recupera tota la informació, però la degradació és gairebé imperceptible i depèn, en tot cas, del còdec i del factor de compressió aplicat: JPEG, MJPEG, H264, H265, Apple ProRes, etc.

2.4.3. Compressió amb pèrdues

Durant el procés de compressió-descompressió no es recupera tota la informació original i la degradació de la imatge és considerable alhora que un factor acceptat i fins i tot desitjat, ja que, en certs entorns, la qualitat pot ser sacrificable: entorns de videoconferències, sistemes de CCTV o videovigilància, etc.

2.5. Còdec (compressor-descompressor)

En primer lloc, cal diferenciar entre **còdec** i **contenedor**.

Un contenidor és un tipus de fitxer en el qual es poden allotjar diferents tipus de còdecs; els més habituals són les extensions de fitxer .avi, .mov, .mp4, .mp3, etc.

Podem trobar contenidors amb diferents tipus de còdecs, per exemple, un fitxer .mov i dins d'aquest haver fet servir un còdec MJPEG o un H264.

Còdec és un algoritme matemàtic en forma d'aplicació informàtica que s'encarrega del procés de compressió i descompressió d'una imatge de vídeo.

La majoria dels còdecs usats en imatge i vídeo digital són del tipus compressió amb pèrdues o subjectivament sense pèrdues: JPEG, MJPEG, PhotoJPG, JPG2000, MPEG2, MPEG4, H264, H265, mp3, etc.

2.6. Taxa de bits (*bitrate*)

La taxa de bits defineix el nombre de bits transmesos per unitat de temps a través d'un sistema de transmissió digital. En la compressió de vídeo, la taxa de bits incideix directament en la mida del fitxer i en la seva qualitat.

A > taxa de bits > qualitat

Hi ha dos tipus de taxa de bits: Constant BitRate (CBR) i Variable BitRate (VBR).

CBR aplica una taxa de bits constant sense discernir entre zones amb més o menys informació.

VBR aplica una taxa de bits variable que diferencia entre zones amb més o menys densitat d'informació per optimitzar la compressió.

2.7. Compressió intraquadre

És el tipus de compressió que s'encarrega d'eliminar la redundància espacial.

Com que la redundància espacial es troba dins de cada *frame*, aquesta compressió funciona comprimint individualment cada *frame* d'una imatge. És el tipus de compressió usat per exemple pel format JPEG.

Aquesta compressió pot ser usada en imatges fixes, seqüència de fotogrames o contenidors amb compressió intraquadre: MJPEG, PhotoJPEG, etc.

Aplicant aquests còdecs s'aconsegueixen fitxers amb bona qualitat, però força pesats, tot i que, malgrat que tinguin més mida, es descomprimeixen millor que els còdecs interquadre. Aquest tipus de còdecs fan servir una taxa de bits constant.

2.8. Compressió interquadre

És la que intenta eliminar la redundància temporal entre *frames* successius.

És el tipus de compressió usada en la majoria de còdecs d'ús en multimèdia i web com, per exemple, els estàndards MPEG.

Els estàndards MPEG fan servir una combinació de compressió intraquadre i interquadre a través de tres tipus d'imatges que estableixen el còdec per dur a terme la compressió-descompressió: imatges intraquadre (I), imatges predicció (P) i imatges bidireccionals (B).

Les I són imatges que només fan servir compressió intraquadre, similar a l'aplicada pel còdec JPEG, en la qual cadascuna de les imatges és comprimida de manera independent a la resta, i cadascuna per si mateixa conté tota la informació real necessària per a la seva descompressió, per la qual cosa són les imatges que més informació contenen i serveixen de referència per a la construcció de les imatges P i B.

Les P són les que més compressió aporten. El còdec compara la imatge P actual amb l'anterior I o P, per aplicar compressió només sobre la redundància temporal de la imatge.

Les B es generen a partir d'imatges I i P tant prèvies com successives. Poden agafar referències d'una imatge anterior alhora que d'una imatge successiva eliminant el possible error de predicció de les imatges.

En aquest tipus de compressió, les imatges formen seqüències de dades en què la imatge I, o també anomenada *keyframe*, és sempre la primera de la seqüència i és la referència per a les imatges P i B.

Els estàndards de compressió MPEG poden usar tant CBR com VBR i permeten l'elecció del nombre d'imatges I per segon (*keyframes*) així com el nombre d'imatges P i B intercalades.

Al nombre de *frames* que es troben entre dues imatges I se l'anomena GOP; la mida típica és de 12 *frames* i segueixen l'estructura següent: I P B B P B B P B B I B B.

Aquesta estructura de quadres associats en seqüències GOP iniciades per imatges I no és productiva per a entorns a temps real, ja que no es pot accedir individualment a cada *frame*, de manera que, si volem anar a un *frame* determinat aleatori, que es pot trobar en la posició d'una imatge P o B, per poder ser descomprimit, el còdec anirà a buscar la primera imatge I (*keyframe*) de la seqüència GOP per poder descomprimir tota la cadena.

MPEG és l'acrònim de Motion Pictures Expert Group, que ha establert diferents estàndards de còdecs dins del món *broadcast* i multimèdia: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 (H264) i MPEG-5 (H265/HEVC); MPEG-2, MPEG-4 i MPGE-5 són els estàndards més usats.

2.9. Còdec H264 (MPEG-4 AVC)

Per a més informació

https://ca.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC

El còdec H264 està basat en l'estàndard MPEG-4 i va ser desenvolupat pel Video Coding Expert Group (VCEG) i l'MPEG amb la intenció d'aconseguir un còdec amb una taxa de bits inferiors als estàndards anteriors de l'MPEG però mantenint la qualitat subjectiva.

És l'estàndard en ús del vídeo multimèdia, el web i també molt usat com a còdec nadiu en càmeres rèflex amb gravació de vídeo d'alta qualitat.

2.10. *Hardware Acceleration Codec*

Per a aplicacions de vídeo a temps real s'han desenvolupat un tipus de còdec que basen el procés de descompressió en la potència de la targeta gràfica en lloc d'usar la potència de la CPU; d'aquesta manera, s'accelera molt el procés de descompressió. Normalment, els *Hardware Acceleration Codec* (HAC) es basen en la compressió intraquadre, comprimint tots els *frames* de la imatge de manera independent, però a més carreguen tot el procés de descompressió sobre la GPU, alliberant la CPU per a un altre tipus de processos.

Aquests còdec són recomanats per a aplicacions a temps real DXV3 i HAP.

2.11. Còdecs d'alta qualitat

Són còdecs emprats sobretot en la gravació i l'edició de vídeo *broadcast* i cinematografia digital, per la poca o nul·la compressió que apliquen al senyal de vídeo. Són còdecs nadius en moltes de les càmeres digitals d'alta qualitat tipus Arry Alexa, Blackmagic Ursa, Sony F65, etc.

Cinema DNG RAW

Apple ProRes

ProRes RAW

DNxHR

Avid DNxHD

3. Formats de vídeo

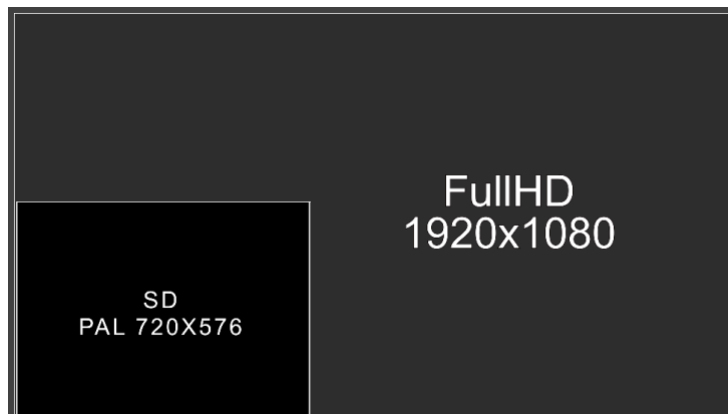
3.1. Definició estàndard

PAL 720x576 / 4:3 / 1,09 (rectangular) / 25 FPS / entrellaçat

NTSC 720x480 / 4:3 / 0,91 (rectangular) / 29,97 FPS / entrellaçat

3.2. Alta definició

High Definition (HD) defineix un conjunt de formats i resolucions que són d'una mida més gran que els formats Standard Definition (SD).



Dins de l'HD podem trobar diferents formats diferenciats entre ells per la resolució, velocitat de quadre o altres característiques.

Les novetats que l'alta definició implica respecte a la definició estàndard són: més resolució, diferents velocitats de quadre, formats panoràmics 16:9 amb proporció de píxel quadrat per a una millor adaptació en sistemes informàtics, així com més profunditat de color i millores en la quantificació de la crominància.

Els primers formats en HD que van aparèixer van ser dos: 1080i (FullHD) i 720p. Després, van aparèixer diferents versions com 1080p.

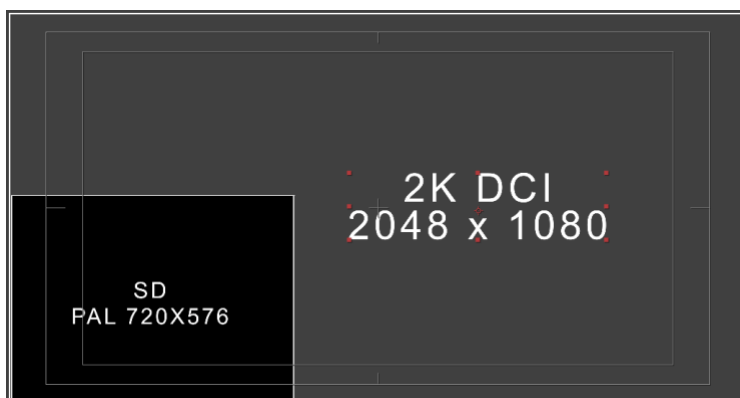
Als formats PAL i NTSC (SD), se'ls va començar a anomenar 576i i 480i. El nombre del format marca la resolució i la lletra, el tipus d'escaneig. En té de dos tipus: entrellaçat (i) i progressiu (p).

1080i 1920x1080 / 16:9 / píxel quadrat / 50 fps o 60 fps / entrellaçat 1080p23.98 / 1080p24 / 1080p25 / 1080p29.97 / 1080p30 / 1080p50 / 1080p59.94 / 1080p60 / 1080i50 / 1080i59.94 / 1080i60 720p 1280x720 / 16:9 / píxel quadrat / 25 fps, 24 fps, 30 fps / progressiu 720p50 / 720p59.94 / 720p60

3.3. 2K

És una nomenclatura que engloba un conjunt de resolucions més grans que un fullHD. Són un conjunt de resolucions adoptades pel Digital Cinema Initiatives (DCI) usades en cinematografia digital.

2K DCI 23.98p / 2K DCI 24p / 2K DCI 25p / 2K DCI 23.98PsF / 2K DCI 24PsF / 2K DCI 25PsF



Anamorphic Open Gate	2048x1556	1.31:1
DCI 2K (Native Resolution)	2048x1080	1.90:1
DCI 2K (flat cropped)	1998x1080	1.85:1
DCI 2K (CinemaScope cropped))	2048x858	2.39:1
Academy 2x	1828x1332	1.37:1

3.4. 4K DCI + UHD TV

Indica un conjunt de resolucions amb quatre vegades o més de mida que un fullHD. Trobem UHD TV i 4K DCI.

4K DCI són estàndards cinematogràfics definits pel DCI: 4K DCI 23.98p / 4K DCI 24p / 4K DCI 25p.

Ultra High Definition TV (UHDTV)

4K DCI (Digital Cinema Initiatives)		
4K Full Range	4096x3112	1.32:1
DCI 4K Native Resolution	4096x2160	1.9:1
DCI 4K Cinema Scooped	4096x1714	2.39:1
DCI 4K Flat Crooped	3996x2160	1.85:1
Academy 4x	3656x2664	1.0:1

2160p23.98, 2160p24, 2160p25, 2160p29.97, 2160p30, 2160p50, 2160p59.94, 2160p60

UHDTV		
UHDTV 1	3840x2160	1.77:1
UHDTV 2	7680x4320	1.77:1

4K QuadHD		
	3840x2880	1.33:1
	3840x2304	1.66:1
	3840x2076	1.85:1
	3840x1920	2.0:1
	3850x1634	2.35:1
	3840x1620	2.37:1
	3840x1607	2.39:1
	3840x1574	2.44



3.5. Resolucions multimèdia

Per a més informació

https://ca.wikipedia.org/wiki/Resolució_de_pantalla

CGA	320X200
QVGA	320X240
VGA	640X480
SVGA	800X600
WVGA	850X480
XGA	1024X768
WXGA	1280X768
WXGA	1366X768
SXGA	1280X1024
WSXGA	1600X900
UXGA	1600X1200
WUXGA	1920X1200
QWXGA	2048X1152
QXGA	2048X1536
WQXGA	2560X1600
QSXGA	2560X2048
WQSXGA	3200X2048
QUXGA	3200X2400
WQUXGA	3840X2400
HSXGA	5120X4096
WHSXGA	6400X4096
HUXGA	6400X4800
WHUXGA	7680X4800

4. El senyal de vídeo

4.1. Tipus de senyal

El senyal de vídeo s'aconsegueix a través de la suma de valors de cadascun dels components del mode de color en el qual treballa cada senyal.

Els components típics que trobem són els valors individuals d'R + G + B del senyal RGB i els valors de luminància i crominància dels senyals YUV.

La crominància és el senyal que en els sistemes de vídeo transporta la informació de color. El senyal de crominància, com hem vist en els sistemes YUV, es representa en dos components U(B-y) i V(R-y).

La luminància és el senyal que transporta la informació de llum de la imatge.

Si en la transmissió del senyal de vídeo aquests components viatgen junts, anomenem aquest tipus de senyal vídeo compost. Si els components viatgen separats, anomenem aquest senyal vídeo per components.

A més, tenim dues maneres de tractar el senyal: analògic o digital. Actualment, es treballa gairebé únicament amb senyals digitals.

Per classificar-los, podríem establir les diferents categories següents:

Senyal analògic

Vídeo compost

- Composite Video Baseband Signal (CVBS)

Vídeo per components

- S-Video (Y/C) (Y Luminance + C Color Signal)
- Component (YPbPr) (Y Luminance + Pb i Pr Blue/Red color difference signals)
- RGB (Red, Green and Blue)

Senyal digital

Vídeo per components

- RGB (Red, Green and Blue)
- Component (YCbCr) (Y Luminance + Cb i Cr Blue/ Red color difference signals)

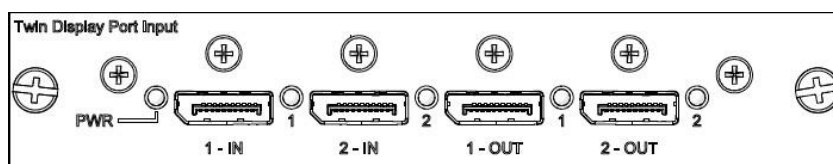
4.2. Transmissió del senyal

El senyal de vídeo pot viatjar a través d'un cable (vídeo compost, SDI, HD-SDI), a través de dos cables (S-Video), tres cables (Analog RGB, Analog RGsB, Analog YPbPr) o més cables (Analog RGB +sync, DVI o HDMI).

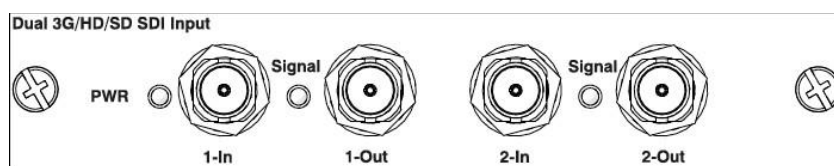
A més, els senyals d'entrada i sortida poden fer servir múltiples connectors: BNC, VGA, DVI, HDMI.

Avui dia, la majoria dels senyals utilitzats són per components digitals, com el cas dels connectors més usats: HDMI, DVI, Display Port.

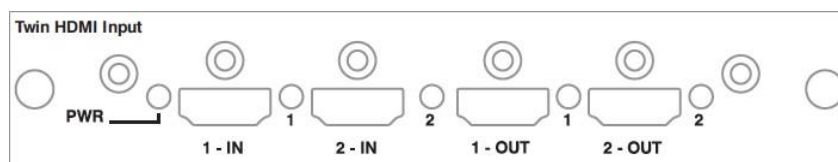
Display Port



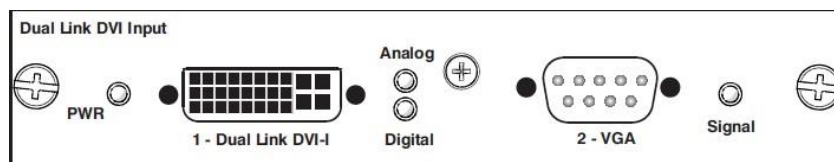
SDI



HDMI



DVI



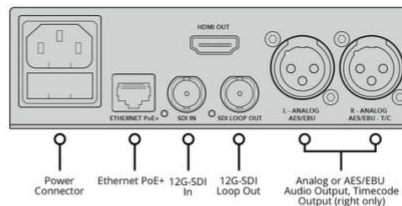
Pels diferents tipus de cablejat i connectors es poden enviar diferents resolucions i formats. En el manual o les especificacions tècniques dels equips que s'han de fer servir solen venir descrites les característiques de cada connector i el tipus de senyal, format i resolució que accepta cada entrada o sortida.

RTFM

Les diferents resolucions, formats, velocitats de quadre, tipus de senyal, profunditat de color, sumostratge de croms, amplada de banda i espai de color usat per cada connector estan definits per una sèrie d'estàndards, protocols o recomanacions elaborats per diferents agrupacions d'enginyers en telecomunicacions internacionals com International Telecommunication Union (ITU), Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE), Video Electronics Standards Association (VESA) o European Broadcaster Union (EBU).

Així en un manual podem trobar les especificacions tècniques següents:

Connections	SDI Video Inputs 1 x 12G-SDI SD/HD/2K/4K auto switching. Please click here for a summary of recommended cables to use with Blackmagic 12G-SDI products.	Analog Audio Outputs 2 channels professional balanced analog audio via XLR connectors. Right XLR can be configured for Timecode output.	Digital Audio Outputs 8 channels.
	SDI Video Outputs 1 x 12G-SDI loop output.	Digital Audio Outputs 4 channels professional 110Ω balanced digital audio via XLR connectors. Right XLR can be configured for Timecode output.	Multi Rate Support 270MB, 1.5G, 3G, 6G and 12G.
	HDMI Video Outputs 1 x HDMI 2.0 type A connector with support for 2160p60.		Updates and Configuration USB or Ethernet.
			Reclocking Yes



SDI Input Standards	SD Video Standards 525i59.94 NTSC, 625i50 PAL	Ultra HD Video Standards 2160p23.98, 2160p24, 2160p25, 2160p29.97, 2160p30, 2160p50, 2160p59.94, 2160p60	SDI Video Rates SDI video connections are switchable between standard definition, high definition level A and level B 3G-SDI, 6G-SDI and 12G-SDI.
	HD Video Standards 720p50, 720p59.94, 720p60, 1080p23.98, 1080p24, 1080p25, 1080p29.97, 1080p30, 1080p50, 1080p59.94, 1080p60, 1080PsF23.98, 1080PsF24, 1080PsF25, 1080PsF29.97, 1080PsF30, 1080i50, 1080i59.94, 1080i60	4K Video Standards 4K DCI 23.98p, 4K DCI 24p, 4K DCI 25p	SDI Video Sampling 4:2:2 and 4:4:4
	2K Video Standards 2K DCI 23.98p, 2K DCI 24p, 2K DCI 25p, 2K DCI 23.98PsF, 2K DCI 24PsF, 2K DCI 25PsF	SDI Compliance SMPTE 259M, SMPTE 292M, SMPTE 296M, SMPTE 372M, SMPTE 424M, SMPTE 425M Level A and B, SMPTE 2081-1, SMPTE 2081-10, SMPTE 2082-1 and SMPTE 2082-10	SDI Audio Sampling Television standard sample rate of 48 kHz and 24-bit.
HDMI Output Standards	SD Video Standards 525i59.94 NTSC, 625i50 PAL	Ultra HD Video Standards 2160p23.98, 2160p24, 2160p25, 2160p29.97, 2160p30, 2160p50, 2160p59.94, 2160p60	SDI Color Precision 4:2:2 and 4:4:4
	HD Video Standards 720p50, 720p59.94, 720p60, 1080p23.98, 1080p24, 1080p25, 1080p29.97, 1080p30, 1080p50, 1080p59.94, 1080p60, 1080i50, 1080i59.94, 1080i60	4K Video Standards 4K DCI 23.98p, 4K DCI 24p, 4K DCI 25p, 4K DCI 29.97p, 4K DCI 30p	SDI Color Space YUV and RGB. 33 point LUT's can be loaded via Teranex Utility.
			HDMI Color Space REC 601, REC 709
			HDMI Color Precision YUV 4:2:2 and RGB 4:4:4 in HD, 2K and 4K.

4.3. Protocols i estàndards per a la transmissió del senyal de vídeo

4.3.1. High-Definition Multimedia Interface (HDMI)

Per a més informació

https://ca.wikipedia.org/wiki/High-Definition_Multimedia_Interface

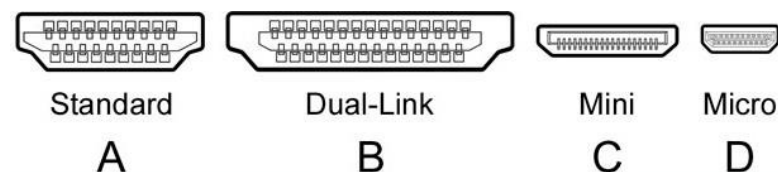
És l'acrònim d'un protocol de transmissió de vídeo anomenat interfase multimèdia d'alta definició (HDMI) del qual existeixen diferents versions i que permet la transmissió de vídeo d'alta definició sense comprimir i la transmissió d'àudio comprimit o sense comprimir a través d'un mateix connector.

Utilitza diferents variants del connector HDMI.

El connector és de tipus domèstic i, tot i que es va inventar per poder transmetre senyal d'un Blu-ray a una pantalla plana HD, s'ha implantat en les aplicacions professionals i s'ha convertit en universal.

Un dels inconvenients del connector és que no té sistema de bloqueig (tot i que ja s'han començat a inventar solucions sobre això).

Hi ha diferents tipus de connectors HDMI: tipus A, tipus B (*Dual Link*), tipus C (mini HDMI) i tipus D (micro HDMI). El connector més usat és el tipus A.



El protocol HDMI permet la transmissió de vídeo digital sense comprimir de diferents formats, així com la transmissió d'àudio comprimit o sense comprimir i l'enviament de diferents tipus de resolucions informàtiques. Pot treballar en YUV o RGB i és compatible amb connectors tipus DVI i Display Port, per la qual cosa podem trobar en el mercat diferents tipus de convertidors per convertir el senyal d'un tipus de connector a un altre.

HDMI 1.0	3,96Gb/s	1920X1080 60p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.1	3,96Gb/s	1920X1080 60p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.2	3,96Gb/s	1920X1080 60p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.3	8,16Gb/s	2560x1440 75p (WQHD)	8canales/192kHz/24bits
HDMI 1.4	10,2Gb/s	3840x2160 30p / 4096x2160 24p	8canales/192kHz/24bits
HDMI 2.0	18Gb/s	4096x2160 60p	32canales/192kHz/24bits
HDMI 2.1	48Gb/s	hasta 8k a 60Hz	32canales/192kHz/24bits

Fins ara, hi ha set versions del protocol HDMI que es diferencien entre elles per la seva limitació en resolucions acceptades, així com amplada de banda, velocitat de quadre o altres especificacions.

Es poden trobar diferents longituds de cable per a HDMI, ja que l'especificació no defineix una longitud determinada sinó un mínim de nivell de potència. En funció dels materials, la qualitat de construcció i la grossària del cable es poden aconseguir diferents longituds; les més usades són fins als 10-15 m.

Hi ha cables amb alimentació de fins a 25 m. Aquests cables solen tenir direcció. El més habitual per a longituds molt llargues de senyals HDMI és la conversió a fibra òptica o RJ45. Si no s'utilitzen resolucions informàtiques també es poden convertir a SDI.

4.3.2. Digital Visual Interface (DVI)

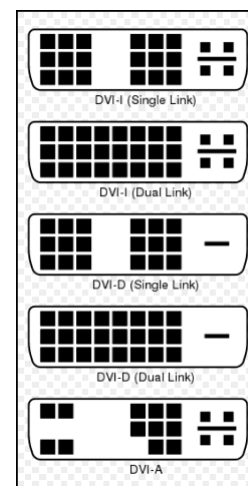
Per a més informació

<https://ca.wikipedia.org/wiki/DVI>

https://www.datapro.net/techinfo/dvi_info.html

És un estàndard de connectivitat i transmissió desenvolupat per Digital Display Work Group (DDWG) per a la substitució del connector VGA i l'ús en monitors i dispositius digitals.

DVI (Digital Visual Interface)		
DVI D Single Link	3,96Gb	2560x1600 30Hz
DVI D Double Link	7,92Gb	3840x2400 30Hz
DVI I Single Link		1920x1200 60Hz
DVI I Double Link		2560x1600 60Hz
DVI A		1920x1200 60Hz



La longitud màxima d'un cable DVI, depenent de la qualitat dels materials i de la grossària, pot arribar entre 10 i 15 m.

4.3.3. Display Port

Per a més informació

https://www.datapro.net/techinfo/displayport_info.html

Protocol desenvolupat per Video Electronics Standards Association (VESA) per a la substitució dels connectors VGA i DVI que permet la transmissió de vídeo, so i altres tipus de dades.

Hi ha convertidors per poder convertir DP a DVI o HDMI.

També hi ha diferents versions del protocol i diferents tipus de connectors com el Mini Display Port.

Llargària màxima: 15 m.

	Announced	Bandwidth	Max Resolution	Features
DisplayPort 1.0	2006	8.65 Gbps	4K @ 30 Hz	Original version
DisplayPort 1.1	2007	8.64 Gbps	4K @ 30 Hz	HDCP, Link Layers
DisplayPort 1.2	2009	17.28 Gbps	5K @ 30 Hz	3D, HBR2
DisplayPort 1.3	2014	25.92 Gbps	8K @ 30 Hz	HDMI 2.0, HDCP 2.2
DisplayPort 1.4	2016	25.92 Gbps	8K @ 60 Hz	DSC, HBR3

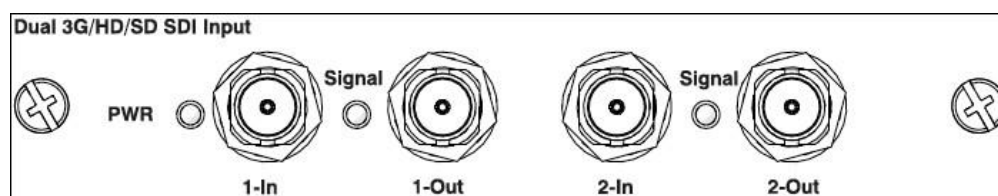
DISPLAY PORT		
Display Port 1.1	8,64Gbit/s	3840 x 2160 30Hz
Display Port 1.2	17,28Gbit/s	3840 x 2160 60Hz
Display Port 1.3	25,92Gbit/s	7680x4320 30Hz
Display Port 1.4	25,92Gbit/s	7680x4320 60Hz

4.3.4. Serial Digital Interfaces (SDI)

És un protocol universalitzat per la Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) de transmissió de vídeo i àudio sense comprimir amb un cable coaxial i un connector BNC de 75 ohm i el més usat en la majoria de les infraestructures de transmissió de vídeo digital d'alta qualitat.

Depenent de l'amplada de banda i la secció del cable, així com la qualitat dels materials, permet fer tirades de vídeo de fins a 300 m.

Per al vídeo HD es fa servir el tipus de cable VK7 i per a l'UHD es fa servir el tipus de cable VK80 silver. El protocol SDI no permet la transmissió de resolucions de tipus informàtic.



SDI (Serial Digital Interface)				
SD-SDI	SMPTE 259M	270Mbit/s	480i/576i	SD
ED-SDI	SMPTE 344M	540Mbit/s	480p/576p	SD
HD-SDI	SMPTE 229M	1.48Gbit/s	720p/1080i	HD
HD-SDI (DL)	SMPTE 372M	2,9Gbit/s	1080p60	HD
3G-SDI	SMPTE 424M	2,9Gbit/s	1080p60	HD
6G-SDI	SMPTE ST-2081	6Gbit/s	2160p30	UHDTV / DCI
12G-SDI	SMPTE ST-2082	12Gbit/s	2160p60	UHDTV / DCI

4.3.5. HDBaseT

És un estàndard global per a la transmissió de senyal digital de vídeo UHDTV i àudio sense comprimir, controls d'Ethernet i fins a 100 W de potència elèctrica a través d'un sol cable de llarga distància de fins a 100 m.

Usa el connector RJ45 i els cables de dades d'Ethernet de les versions Cat6 o Cat7.

HDBaseT 2.0 té una limitació d'amplada de banda de 10,2 Gb/s, similar a l'amplada de banda d'HDMI 1.4, però no suporta els 18 Gb/s de l'HDMI 2.0 per enviar UDTV 60 Hz 4:4:4, per la qual cosa HDBaseT accepta senyal UHDTV 30 Hz 4:4:4 i UHDTV 60 Hz 4:2:0 però no 4:4:4. Fins ara no hi ha dispositius de sortida com targetes gràfiques o reproductors de vídeo que tinguin HDBaseT com a protocol de sortida, però sí que existeixen dispositius per convertir diferents tipus de senyal a HDBaseT, així com molts models de projectors amb entrada HDBaseT.

El connector d'entrada és un connector normal d'Ethernet, però això no significa que tots els dispositius d'entrada amb connexió Ethernet es puguin fer servir per a la transmissió

HDBaseT. Ha d'estar especificat en el propi connector o en el manual de l'equip utilitzat que pot usar HDBaseT; en cas contrari, el connector RJ45 només serveix per a algun tipus de control per Ethernet de l'equip.

Tampoc podem confondre HDBaseT amb els diferents convertidors que hi ha al mercat, que permeten convertir el senyal de vídeo digital a Cat5 o Cat5e.

Aquests convertidors, tret que estigui especificat, no treballen amb el senyal HDBaseT, per la qual cosa han de tenir conversió de senyal tant a l'entrada com a la sortida del senyal.

4.3.6. Network Digital Interface (NDI)

NDI és un protocol inventat per Newtek per a la substitució del protocol SDI per un protocol basat en Ethernet.

Es basa en una sèrie d'aplicacions informàtiques que permeten transmetre vídeo en alta qualitat a través de tots els ordinadors que estiguin connectats a la mateixa xarxa.

És molt útil per a l'enviament de senyals a través de la xarxa per a mescladors o diferents aplicacions compatibles amb el protocol NDI.

Pot plantejar un canvi de paradigma en el món de l'emissió i transmissió del senyal de vídeo.

5. Tecnologia de la projecció de vídeo

5.1. El canó de projecció

Un canó de projecció és una font emissora de llum, per la qual cosa qualsevol objecte que estigui entre el feix de llum de la làmpada del canó de projecció i una superfície donada generarà ombra. Es tracta d'un dispositiu capaç de processar un senyal electrònic i convertir-lo en impulsos lumínics que són projectats a través de la llum d'una làmpada dirigida cap a l'exterior per un joc de lents que projecten una imatge rectangular.

Hi ha diferents tipus de projectors de vídeo al mercat, de diferents mides i aplicacions, però bàsicament tots tenen funcionaments similars diferenciats pel tipus de tecnologia de sensor utilitzada, la potència de les làmpades, així com un altre tipus de diferències.

Podem trobar projectors que usin diferents tipus de tecnologies de sensor:

LCD: Liquid Crystal Display.

LCoS: Liquid Crystal on Silicon.

DMD: Digital Micromirror Device.

Dins dels diferents tipus de sensors, podem trobar projectors:

LCD d'1 xip, LCD de 3 xips, DMD d'1 xip, DMD de 3 xips.

Al seu torn, dins dels models amb el mateix nombre de sensors, els podem diferenciar per la mida.

A més de pel tipus de tecnologia de sensor usada, podem diferenciar els projectors per la potència lumínica; trobem potències que poden anar dels 1.000 als 75.000 ANSI lúmens.

Podem trobar projectors amb òptiques intercanviables (com les lents d'una càmera de fotos) i d'altres que tenen una òptica acoblada al cos del projector i no es pot canviar.

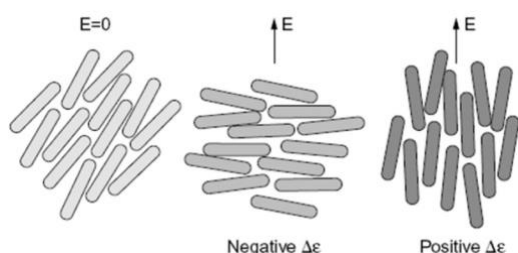
L'elecció d'un tipus de projector dependrà de múltiples factors com l'aplicació per a la qual es farà servir, la mida de la pantalla que es vol projectar, el pressupost disponible, etc.

5.2. Tipus de sensors

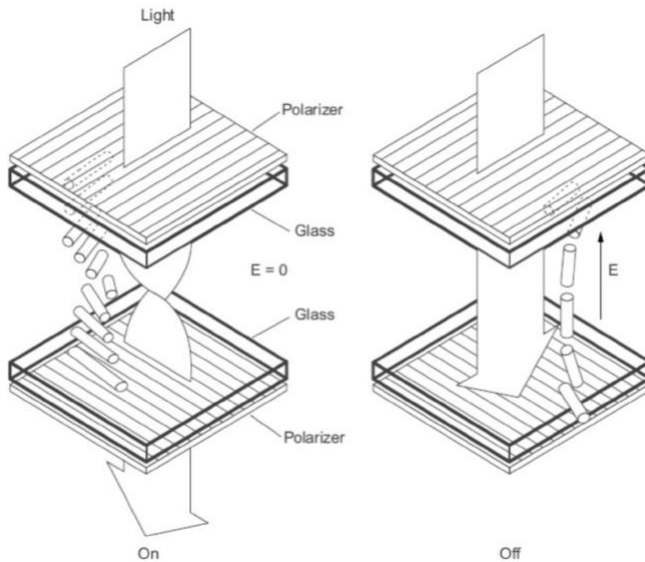
Hi ha diferents tipus de tecnologies de sensors aplicats als canons de projecció; al mercat trobem projectors de tres tipus: LCD, LCoS i DLP.

5.2.1. Liquid Crystal Display (LCD)

Un cristall líquid és un líquid que a temperatura ambient es pot comportar com un cristall. Les molècules de cristall líquid s'alineen amb un camp elèctric. Si al material de cristall

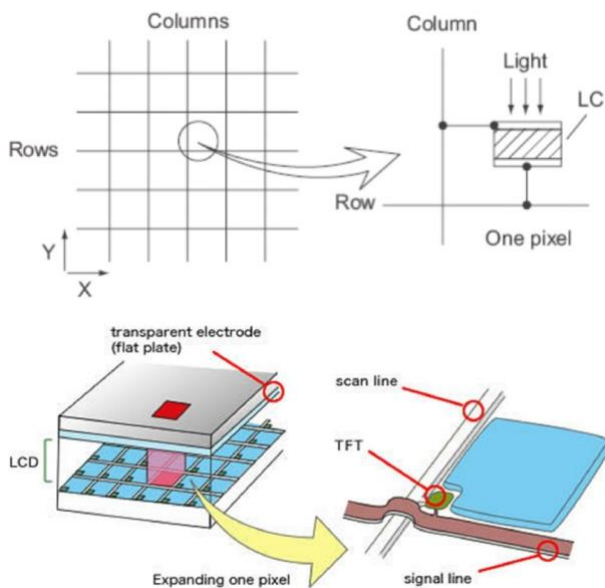


líquid entre dos elèctrodes se li aplica un voltatge, la molècula de cristall líquid té una alineació en espiral que canvia la direcció de polarització, i deixa passar tota la llum. Quan es canvia aquest voltatge, les molècules s'alineen, i deixen passar molt poca llum.



Els sensors LCD són de tipus transmissiu: la llum entra d'una banda, passa a través del cristall líquid i surt per l'altra banda, viatjant sempre en la mateixa direcció.

Un LCD és una matriu X-Y de cristalls líquids adreçables individualment. Es pot seleccionar elèctricament un píxel determinat per files i columnes. Hi ha dos tipus de matrius X-Y: Passive Matrix Addressing (sense transistors) i Active Matrix Addressing, que fa servir un transistor anomenat Thin-film transistor (TFT) imprès al cristall de cada píxel.



Els avantatges dels xips LCD és que són més barats que els LCoS o els DLP.

La mida pot ser inferior a la dels LCoS o dels DLP i construir projectors més petits. No obstant això, la seva relació de contrast és més petita que en la resta dels sensors. Pot produir artefactes en la imatge sobre imatges molt ràpides si el temps de resposta del material de l'LCD no és prou ràpid.

5.2.2. Liquid Crystal on Silicone (LCoS)

Els LCoS com els LCD són sensors de cristall líquid, amb la diferència que els LCoS són de tipus reflectiu: la llum que colpeja el panell passa a través del cristall líquid, rebota en una superfície de mirall i passa de nou a través del cristall líquid a mesura que surt en la direcció oposada a la que va entrar.

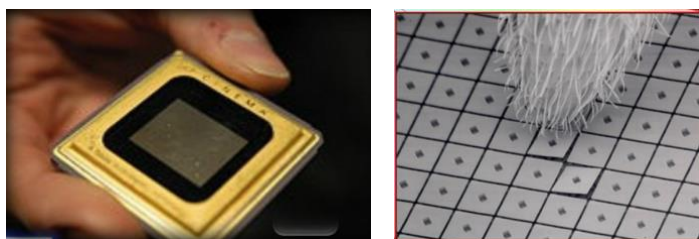
5.2.3. Digital Light Processing (DLP)

La tecnologia DLP fa servir un tipus de xip anomenat Digital Micromirror Device (DMD). Els xips DMD són totalment digitals i un xip DMD conté entre 400.000 i nou milions de vidres quadrats (un per píxel).

L'espai entre cristalls s'anomena *pixel pitch* i està en un rang de mida més petit que el diàmetre d'un cabell humà.

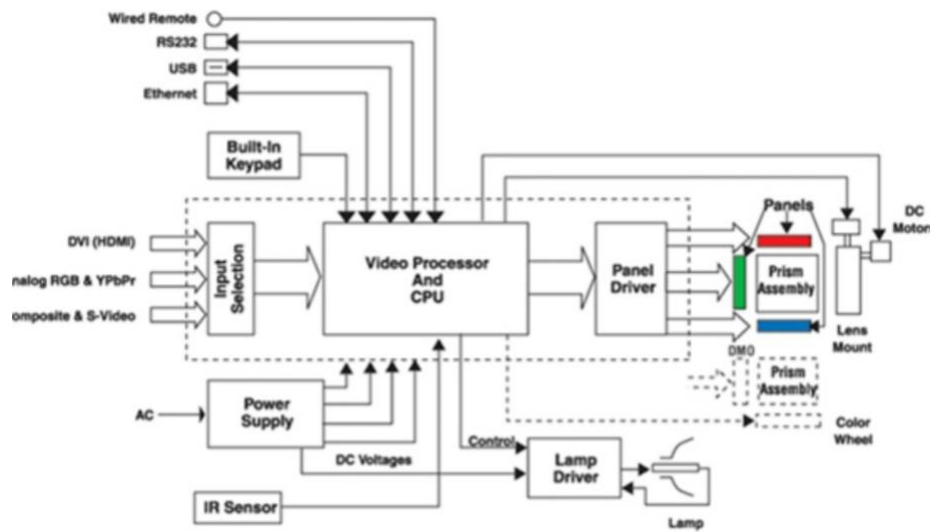
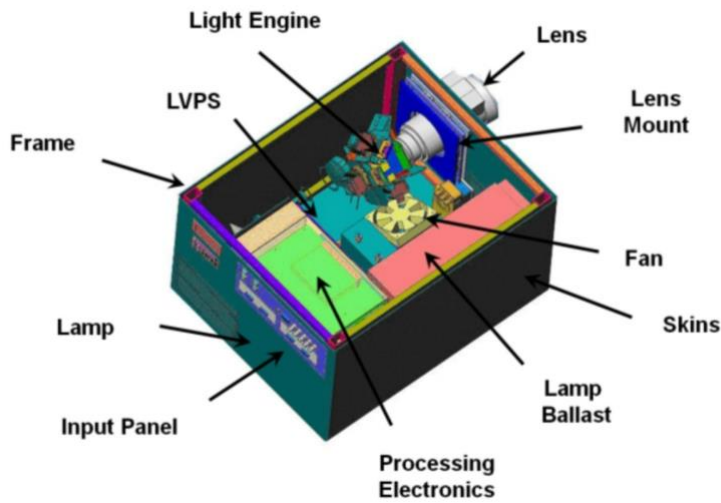
Aquests cristalls estan perpendiculars a la font de llum i funcionen en estats d'encesa i apagada girant +/- 12° des de la perpendicular.

La informació digital de la imatge s'envia contínuament al DMD durant cada fotograma de vídeo en seqüències de bits, a una velocitat de milers d'actualitzacions per segon. En sistemes de tres DLP, la seqüenciació de bits es fa en plaques dedicades, una per cada DMD.



	LCD	LCoS	DLP	Projection CRT
Resolution (Pixel count)	1600 x 1200 2048 x 1080	4096 x 2400	4096 x 2160	~2000 x 2000
Diagonal Sizes	0.5" – 1.8"	0.6" – 1.55"	0.17" – 1.38"	5" – 9"
Aperture Ratio	50% – 60%	90% – 93%	85% – 90%	n/a
Rise/fall Speed	8 – 16 ms	2.5 – 11 ms	< 15 µs	microseconds
Contrast Ratio	Lowest	highest	very high	"infinite"

5.3. Parts de un canó de projecció



5.3.1. *Input panel*

El senyal de vídeo entra al projector a través d'un panell de connexions d'entrada que està connectat a una printed circuit board (PCB) dedicada o directament a la PCB principal.

Molts tipus de projectors accepten plaques d'entrada de vídeo addicionals.

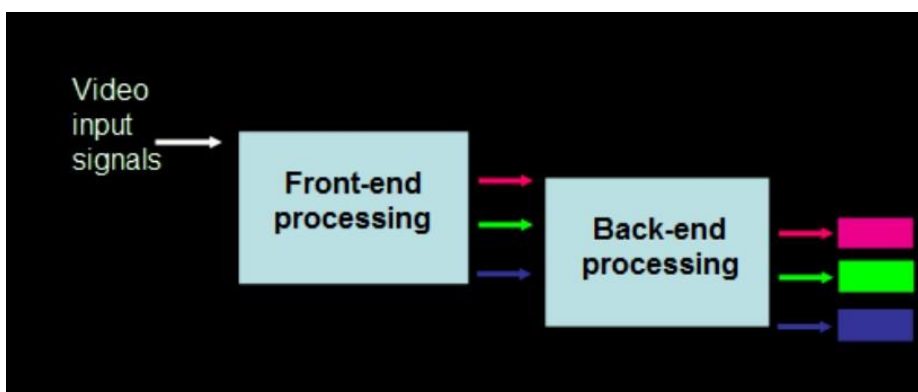
Els senyals d'entrada de vídeo han de ser processats per ser enviats i interpretats per les diferents parts del projector fins a convertir-se en una imatge projectada.

El procés del senyal es divideix en dos blocs: *front-end* i *back-end*, i es pot donar en diferents plaques de circuits. Una CPU representada per un *microcontroller* o *microprocessor* serveix d'«intel·ligència» per portar el senyal de vídeo per tots els processos i circuits requerits.

Front-end processor

Avui dia, la majoria dels senyals de vídeo són digitals, però en cas que el senyal sigui analògic, el projector necessita convertir-lo a digital perquè pugui ser entès. Aquest procés es dona al *front-end processor*, on el senyal analògic és digitalitzat i el senyal de vídeo compost o S-Video és enviat a un *video decoder* per a un procés específic i dedicat del senyal.

Aquest procés té lloc a la placa de connexions d'entrada del canó de projecció. Un cop el senyal ha estat digitalitzat, passa per un procés anomenat *deinterlace* al qual el segueix un altre de *resize* i, finalment, un de gamma.



Deinterlacing és la tècnica mitjançant la qual es tornen a unir els dos camps d'una imatge de manera que, a partir d'aquest procés, una imatge estigui composta només per un quadre sense camps diferenciats. Aquest procés es duu a terme perquè el processament de la imatge en un canó de projecció és digital i per tant l'escaneig d'imatge no és entrelaçat

sinó progressiu. D'aquesta manera, a partir del *deinterlace* convertim una imatge entrellaçada en una imatge progressiva, òptima perquè la processi un canó de projecció.

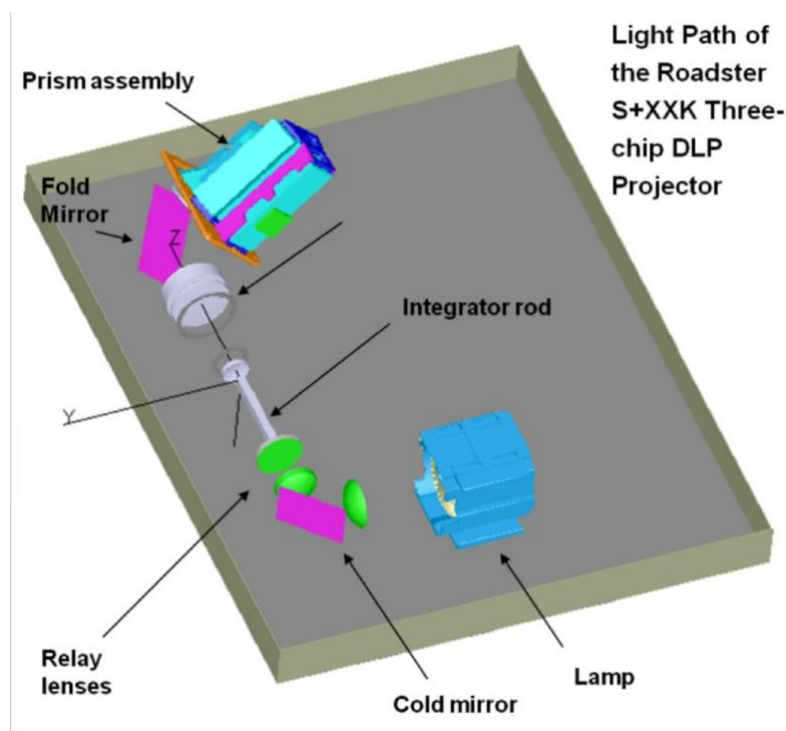
Resizing converteix les imatges d'entrada de X-píxel per Y-line size a M-píxel per N-line, on M és el nombre de píxels a través del sensor i N és el nombre de línies en el sensor. Si la relació d'aspecte de la imatge d'entrada i el sensor són diferents, el procés reajusta la mida perquè es vegin pel sensor tots els píxels de la imatge original.

Back-end processor

Converteix la informació del senyal processat en el *front-end processor* en una forma compatible amb els sensors de visualització i transfereix la informació convertida a aquests.

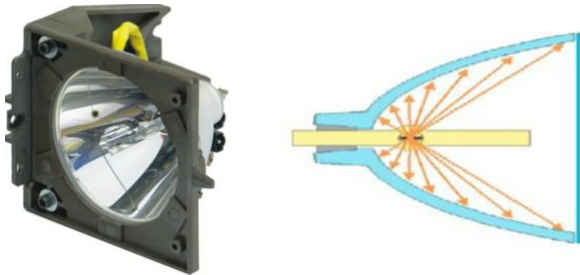
5.3.2. Sistema de direcció de la llum

Consta de les parts següents: font de llum (làmpada i reflector), *integrator*, *color splitter filters*, *prisma assembly* i la lent de projecció.



La làmpada

El que comunament anomenem làmpada en realitat és un mòdul compost per una bombeta i un reflector amb connexions elèctriques per rebre corrent. La llum de la bombeta és recollida pel reflector amb forma el·líptica o parabòlica.

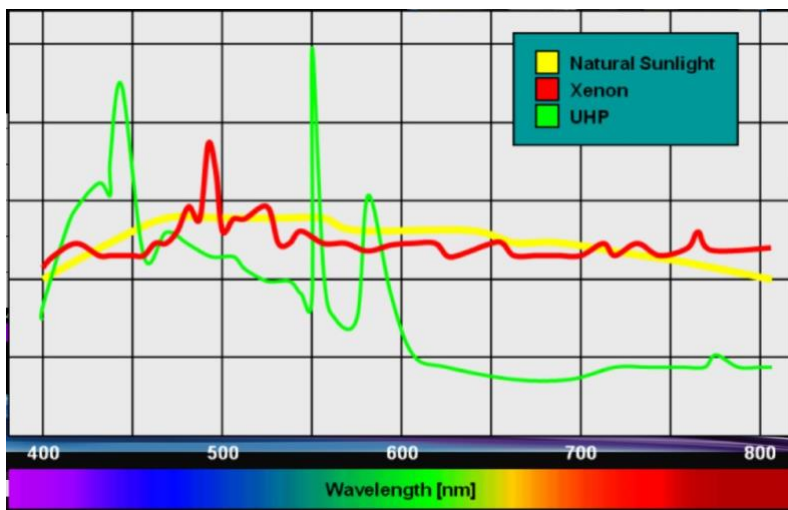


Làmpada de vapor de mercuri

La potència típica de les làmpades de mercuri va dels 100 W als 450 W. El seu espectre és pobre en vermell, per la qual cosa la qualitat dels colors és pobre i implica molta pèrdua de llum per aconseguir bons colors, però és una tecnologia eficient, barata i dura molt de temps (de 4.000 h a 10.000 h).

Làmpada de xenó

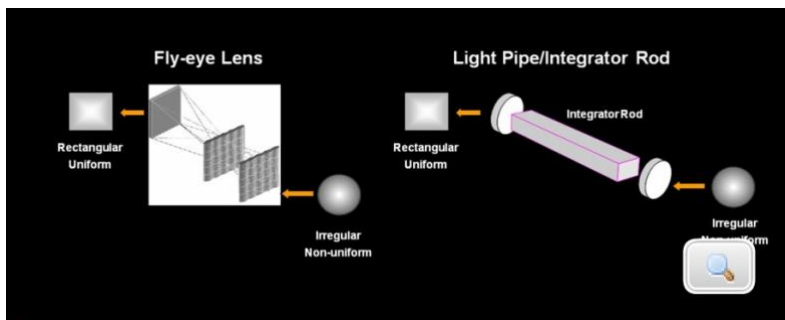
La potència típica d'una làmpada de xenó va dels 500 W als 6.000 W. Ofereix un ampli espectre que resulta una bona reproducció dels colors sense cap pèrdua apreciable en el temps, però és una tecnologia cara i amb una vida útil bastant curta (menys de 2.000 h).



The integrator

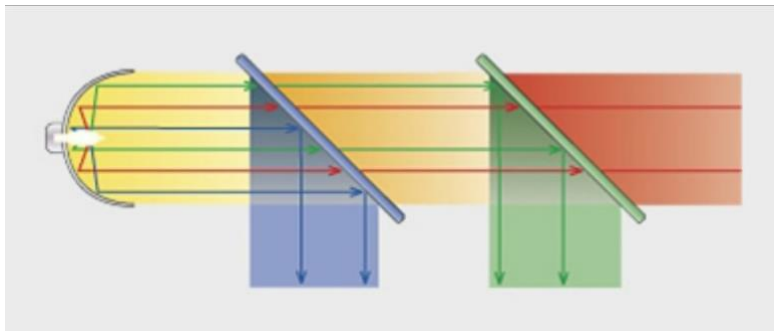
El reflector projecta la llum de la làmpada en un integrador, que homogeneïtza i dona forma al feix de llum que va cap als sensors per garantir una il·luminació uniforme i un malbaratament mínim.

Hi ha dos tipus d'integradors: *fly-eye lens* i *light pipe/integration rod*. Normalment, els LCD i LCoS fan servir *fly-eye lens* mentre que els tres xips DLP fan servir *light pipe/integration rod*.



The cold mirror

Un tipus especial de filtre dicroic anomenat *cold mirror* reflecteix la longitud d'ona visible de la llum, mentre es rebutgen les longituds d'ona d'infrarojos i algunes vegades ultraviolades. El *cold mirror* es troba en el sistema de direcció de la llum entre la làmpada i la resta del sistema.



The color wheel

La roda de color es troba en dispositius amb un sol xip i se sol situar entre la làmpada i el xip. Consisteix en sectors d'entre tres i vuit filtres dicroics diferents que deixen passar llum vermella, verda o blava de la làmpada.

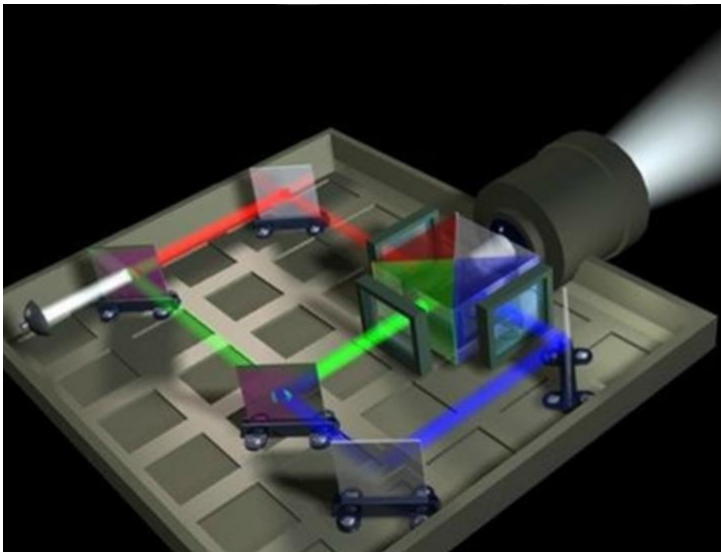
La roda de color gira molt ràpid i il·lumina el DMD amb llum vermella, verda o blava de manera seqüencial. El sector correcte del filtre de color és travessat per la llum del color corresponent, alhora que la informació de color de la imatge passa al sensor DMD. Si aquest procés es fa prou ràpid, la gent interpreta les seqüències de color com una imatge a tot color.



5.3.3. The light engine

El motor de llum és el cor mateix del sistema del canó de projecció. A aquest arriben *el video processing* i la llum que passa a través del sistema de direcció de llum. El lloc on es troben els sensors i la qualitat de la projecció dependrà del tipus de tecnologia usada (LCD, LCoS, *one chip DLP*, *three chips DLP*).

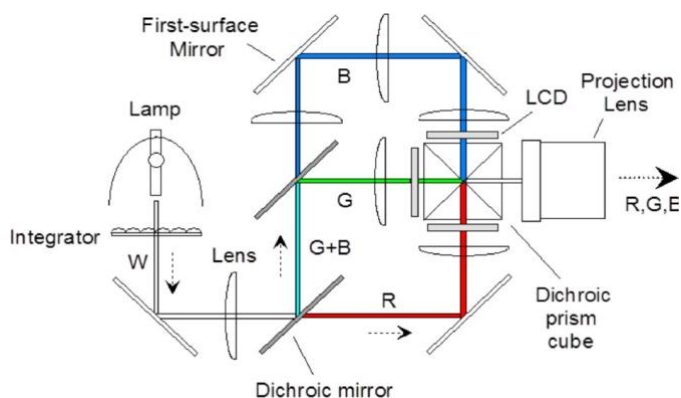
La llum de la làmpada que brilla en colors vermell, verd i blau es modula mitjançant la informació de la imatge transmesa al sensor corresponent i després es combina per produir una imatge a tot color que pugui ser ampliada i projectada sobre una pantalla externa.



LCD optical system

Els filtres dicroics separen la llum blanca de la làmpada en feixos de color vermell, verd i blau, que són guiats fins als seus corresponents LCD.

Un joc de prismes dins d'una caixa fa servir filtres dicroics per combinar la llum modulada dels LCD i aconseguir una imatge de color.



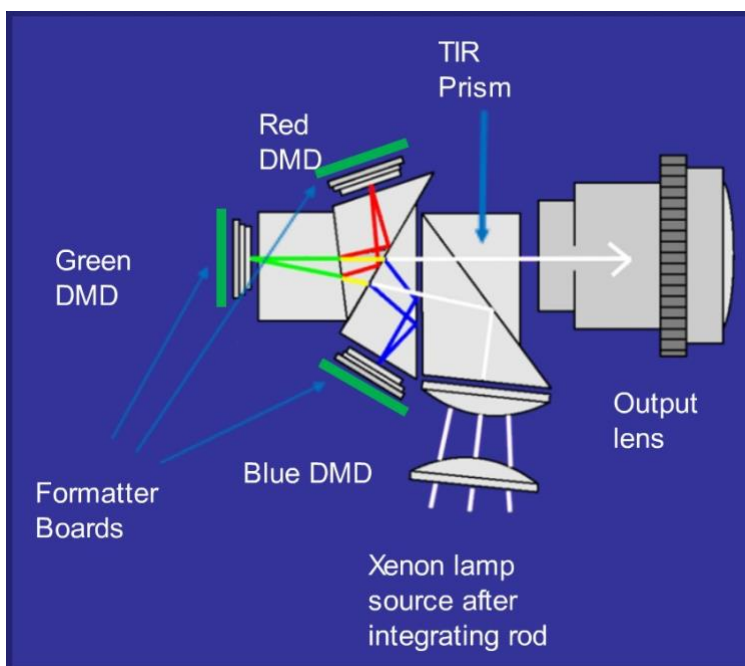
LCos optical system

Els filtres dicroics separen la llum blanca de la làmpada en feixos de color vermell, verd i blau. Els Polarizing Beam Splitter (PBS), que són instruments òptics que divideixen un feix de llum en dos, s'encarreguen de reflectir els feixos de llum sobre els respectius sensors. Cada PBS a més reflecteix la llum modulada de cada sensor sobre la caixa de prismes, que s'encarrega de tornar a ajuntar els tres feixos perquè es projectin a través de la lent.

Three chip DLP

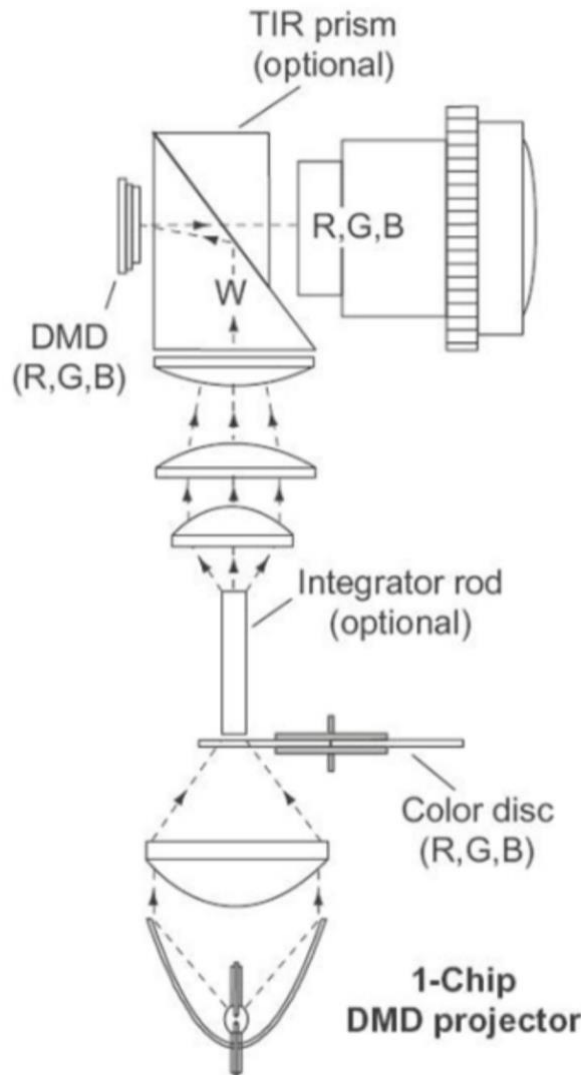
Els sistemes de tres xips DLP també funcionen amb filtres dicroics, però els 24° de diferència que hi ha entre l'estat *on* i *off* dels micromiralls implica tenir un TIR (Total Internal Reflection) *prism assembly*.

La llum blanca de la làmpada entra al TIR *prism assembly* que la divideix en tres feixos de cadascun dels colors corresponents; són enviats a cadascun dels DMD que corresponen a cada color, per reflectir aquests feixos de nou al TIR *prism assembly*, que, un cop units, els dirigeix a través de l'òptica del projecteur.



Single chip DLP

Com que els sistemes d'un xip DLP fan servir la roda de color no són necessaris filtres dicroics al TIR *prism assembly*. Fins i tot en molts casos no cal el mateix TIR *prism assembly*.



5.3.4. Sistema òptic

És l'última part del sistema abans que la llum surti del projector per cobrir una pantalla externa.

Està format per un sistema de lents que permeten evitar la divisió de la llum i dirigir-la a través de l'òptica fins a l'exterior per projectar-la en una pantalla.

La muntura de l'òptica de molts projectors permet el desplaçament en vertical i horitzontal respecte a l'eix òptic (*lens shift*). També permet compensar la posició del projector sense generar cap distorsió trapezoidal.

El control del *lens shift* així com del focus i el *zoom* de l'òptica es duu a terme mitjançant motors, amb els quals també es pot controlar el *shutter* i altres opcions del projector.

El *shutter* és un obturador, una peça física que es posa per tancar el feix de llum del projector.

5.3.5. Sistema de ventilació

Tots els projectors estan compostos per un sistema de refrigeració i ventilació. A causa de les altes temperatures a les quals es pot posar la làmpada d'un projector i per evitar el sobreescalfament dels components i minimitzar danys en els equips, cal que els projectors disposin de sistemes de refrigeració i ventilació. Ventiladors o extractors funcionen uns entrant aire fred de l'exterior a l'interior del projector per refredar els components i altres per extreure l'aire calent de l'interior del projector a l'exterior. També tenen filtres de ventilació que requereixen la neteja i el manteniment habituals.

Els sistemes de ventilació són sorollosos i alguns projectors integren reductors de soroll o fins i tot l'opció de controlar la potència dels ventiladors.

5.3.6. El sistema nerviós

Normalment el cervell d'un canó de projecció és un microcontrolador de 16 o 32 bits. La CPU integra els circuits de processament del vídeo.

També controla altres components electrònics i opcions del projector, així com la comunicació a través de ports i protocols.

5.4. Llum LED

En molts projectors d'un sol xip, per aconseguir la barreja de color, es fa servir tecnologia LED en les làmpades, que ofereix els avantatges següents:

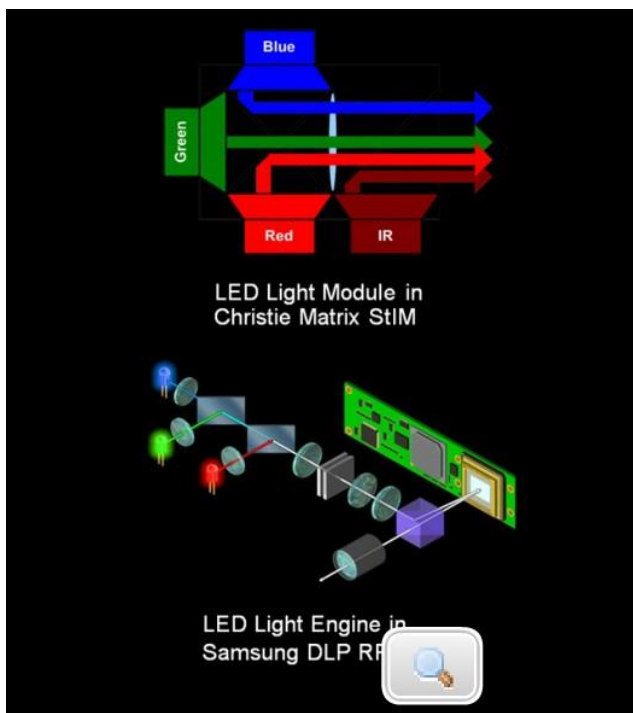
- Purs RGB de colors primaris;
- Hi pot haver més de tres colors primaris;
- Llarga vida de les làmpades;
- Emissió de llum instantània;
- Menys caiguda de llum en el temps;
- Menys necessitat de ventilació, ja que en calen menys;
- Menys consum d'energia.

Se solen fer servir com a mínim tres leds: un R, un G i un B.

En alguns projectors es fa servir un de groc, un de magenta o un infraroig.

La llum dels tres leds es combina usant filtres dicroics.

En un projector d'un sol xip DLP, els leds s'encenen i s'apaguen de manera seqüencial i sincronitzada; així, no cal la roda de color i, en ser un procés molt més ràpid i immediat, es redueixen els artefactes en fer el *switching* de color.



5.5. Característiques tècniques d'un canó de projecció

Potència lumínica

Expressada en ANSI lúmens representa la potència lumínica d'un projector. Com més grans siguin els lúmens d'un projector més gran serà la seva potència i millor es veurà la imatge.

Els ANSI lúmens indiquen una mitjana dels lúmens que produeix un projector, ja que a la part central o *spot* de la làmpada hi podem trobar una potència diferent a la de les parts perifèriques de la imatge.

La quantitat de lúmens que té un projector els manté sota unes condicions òptimes de projecció que són: projectar en un espai fosc o amb poca llum incident i sobre una superfície amb propietats de reflexió de la llum.

La potència en lúmens d'un projector baixa a mesura que es van gastant hores de vida de la làmpada.

En els projectors que tenen més d'una làmpada, els lúmens màxims es donen amb totes les làmpades enceses.

Al mercat podem trobar des de picoprojectors LED amb una potència de 40 o 100 lúmens fins a projectors amb potències de 75.000 lúmens.

Tipus de sensors. Els sensors poden ser de tres tipus: LCD, LCoS i DMD.

Nombre de sensors. El nombre de sensors pot ser d'un o de tres xips.

Mida dels sensors. Dins de projectors amb característiques similars, podem trobar diferències en la mida en polzades dels sensors utilitzats. Com més gran sigui la mida del sensor, més resolucions i millor qualitat d'imatge tindrà el projector.

Tipus de làmpada. Les làmpades poden ser de quatre tipus: incandescents, de xenó, LED i làser.

Resolució nativa. Es defineix per les característiques físiques del sensor. Si parlem de sensors DMD, la resolució nativa equival a la quantitat de micromiralls que conformen la matriu de sensors DMD.

La resolució nativa és important perquè qualsevol resolució diferent que entri al projector serà enviada a un procés de *resize*, per ajustar els píxels horitzontals i verticals del senyal d'entrada a la quantitat de píxels nadius del sensor.

Resolucions acceptades. En les especificacions d'un projector sol venir la llista de resolucions diferents a la resolució nativa del projector que poden ser acceptades.

Connexions d'entrada i sortida. Són la quantitat d'entrades de senyal i els diferents tipus de connectors pels quals es pot entrar la senyal de vídeo a un projector.

Opcions de modificació electrònica del senyal. Les diferents opcions de modificació electrònica del senyal poden ser: *keystone* o correcció de geometries.

Ports de comunicació. Són els diferents ports i protocols de control que pot acceptar un projector. Normalment, els projectors professionals accepten un protocol LAN per obtenir el control remot del projector i de les seves opcions de menú. També el port RS232, protocol Art-Net o TCP/UDP, des dels quals podem obtenir el control de certs paràmetres del projector com el *shutter* o el *lens shift*.

5.6. Consideracions pràctiques de la projecció de vídeo

5.6.1. Perpendicularitat

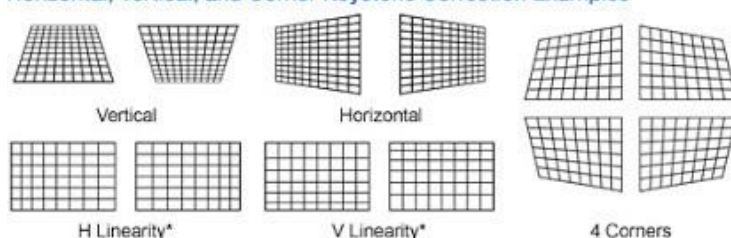
Si l'eix del cos òptic del projector es troba perpendicular al pla de projecció, es projectarà un rectangle perfecte. Qualsevol angulació horitzontal o vertical de l'eix del cos òptic sobre el pla de projecció donarà com a resultat un trapezi en lloc d'un rectangle perfecte, i afegirà una deformació no desitjada a la imatge projectada. Si per les condicions físiques del projecte el projector no pot estar perpendicular, podríem arribar a corregir la deformació trapezoidal de la imatge a través de l'opció *keystone* del projector.

5.6.2. Keystone

És una correcció electrònica de la imatge que permet resoldre la deformació trapezoidal d'una projecció generada per la no-perpendicularitat del cos òptic respecte al pla de projecció.

El *keystone* pot ser horitzontal o vertical.

Horizontal, Vertical, and Corner Keystone Correction Examples

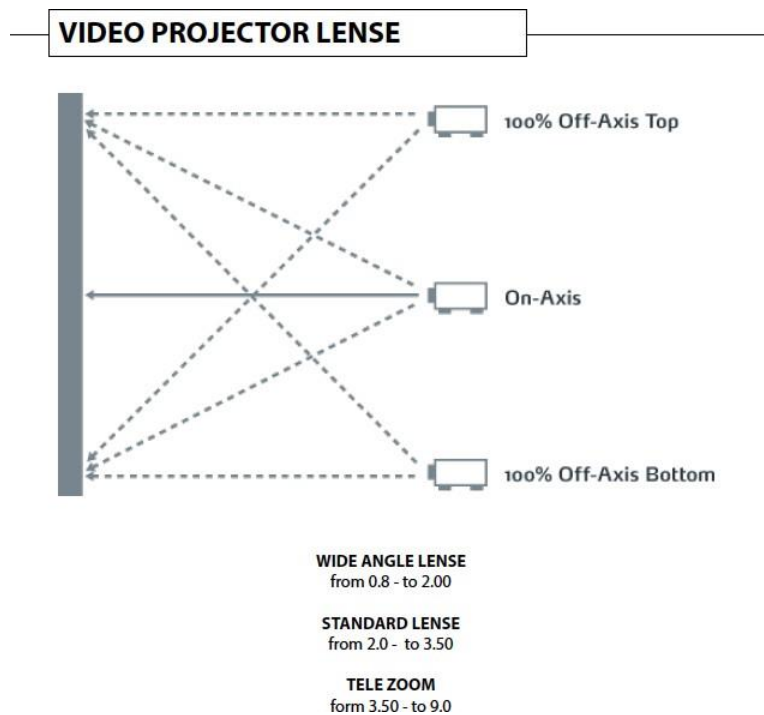


5.6.3. Tipus de lents

Podem categoritzar les diferents lents disponibles per al canó de projecció segons dos criteris:

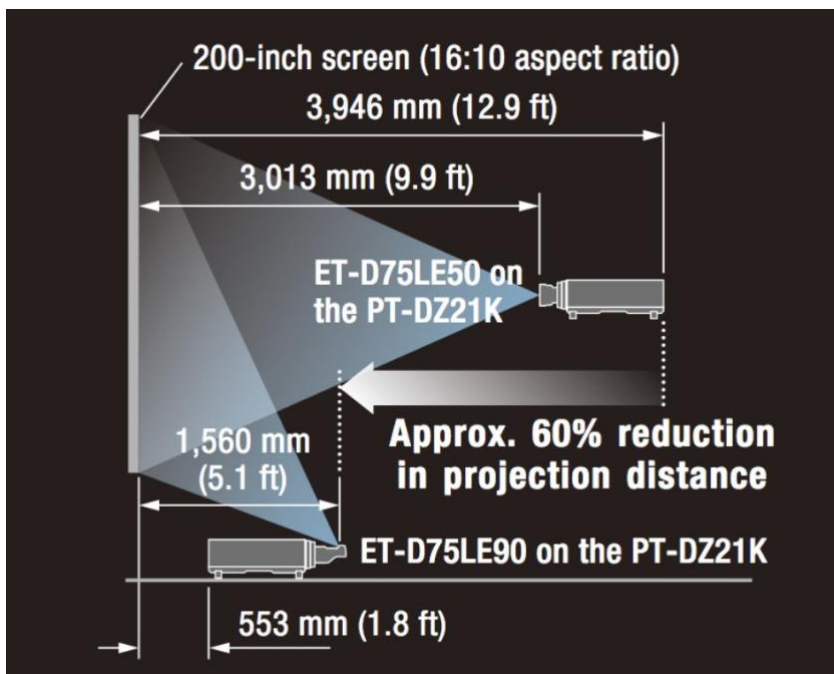
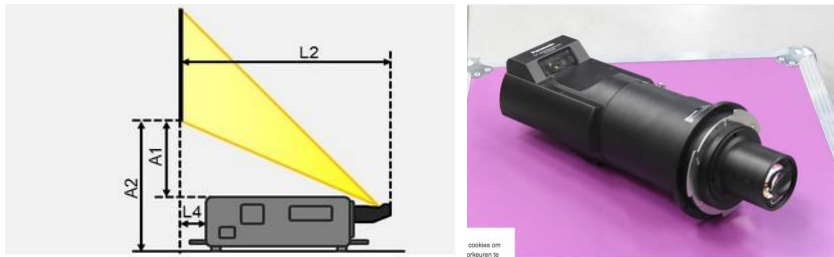
- Angle del feix de llum projectat.
- Focal de la lent.

Segons l'angle de llum projectat, hi ha dos tipus de lents: *on axis* i *off axis*.



5.6.4. Lents especials

Fa poc temps que estan apareixent lents especials que o bé permeten obertures de focal que fins ara no existien, com les òptiques 0,36, lents que permeten rotar 90 graus el cos òptic, com les lents periscòpiques, que ofereixen angles d'obertura de 180°x180° per a projeccions *fulldome*.



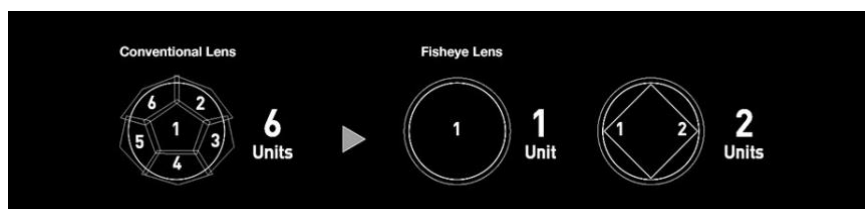
Super Wide Angle Lense de Panasonic (Full dome Applications)



Projected Angle		
	a[°]	b[°]
WQXGA	10	76.6
WUXGA	19	82.2
SXGA+	22.8	91.1

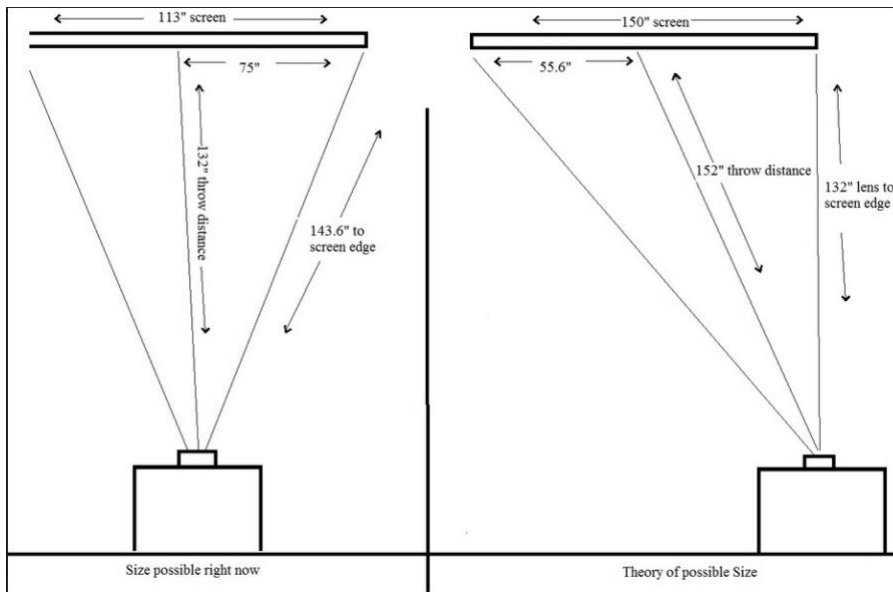
Vertical lens shift (max.) a: Projector installation angle
b: Display angle of view (vertical)

Projecting with 1 unit



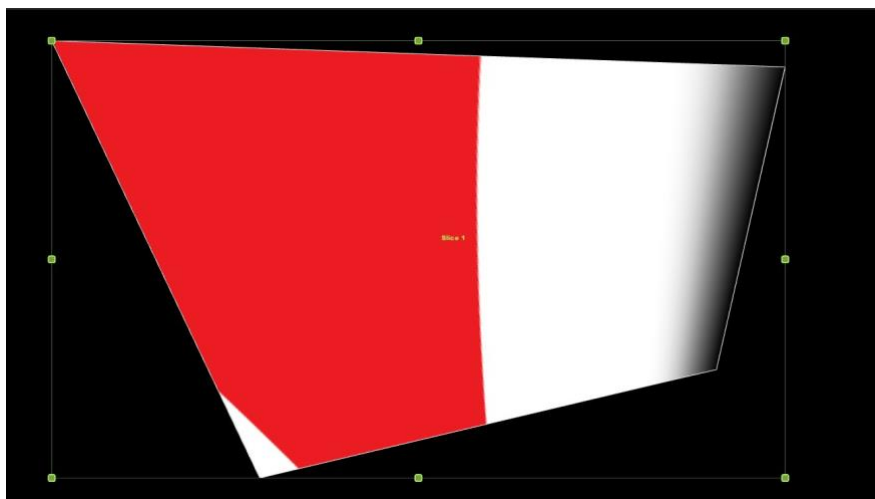
5.7. Lens shift

És una opció que no tots els projectors tenen i que permet desplaçar en horitzontal i vertical el cos òptic d'un canó de projecció, per corregir la posició de la projecció sense haver de desplaçar físicament el projector.



5.8. Correcció de geometries

És un tipus de correcció que permet modificar qualsevol tipus de deformació trapezoidal de la imatge que no es pugui corregir amb un *keystone*, a través del desplaçament individual de les quatre cantonades de la imatge projectada.



5.9. Càlcul de factors de projecció

5.9.1. Base de pantalla / Focal / Distància projecció

Existeixen tres factors o variables que cal tenir en compte en una projecció de vídeo: la mida horitzontal o base de la pantalla, la focal de l'òptica i la distància de projecció.

Amb una lent de distància focal fixa, en augmentar la distància de projecció, augmentarem la mida de la pantalla, per la qual cosa hi ha una relació directa entre la distància de projecció, la mida de la pantalla i la focal de la lent utilitzada.

La focal d'una lent per a la projecció de vídeo s'expressa amb una numeració que indica la relació que amb aquesta focal manté la distància amb la base de la pantalla. Una lent amb una numeració 1.0:1 vol dir que, amb aquesta focal a 1 m de distància, obtindrem una pantalla d'1 m de base.

Si trobem una lent que marca una numeració 2.0:1 ens està expressant que, per fer 1 m de base de pantalla, necessitarem 2 m de distància de projecció.

El mateix amb una òptica 0.36:1, que ens indica que cada 0,36 m, obtindrem una pantalla d'1 m de base.

Per la qual cosa, a partir d'aquesta relació, podem establir una regla de tres que ens permeti calcular cadascun dels factors determinats en funció de la relació dels altres dos.

LENS CALCULATOR - VIDEO PROJECTOR LENSES

THROW DISTANCE = WIDTH SCREEN X ZOOM LENS	D = W x F
ZOOM LENS = THROW DISTANCE / WIDTH SCREEN	F = D / W
WIDTH SCREEN = THROW DISTANCE / ZOOM LENS	W = D / F

F 1.0

$D = F \times W$; $D = 1 \times 4$; $D = 4$
4 x 3 m SCREEN

F 1.5

$D = F \times W$; $D = 1.5 \times 4$; $D = 6$
4 x 3 m SCREEN

F 2.0

$D = F \times W$; $D = 2 \times 4$; $D = 8$
4 x 3 m SCREEN

F 2.0

$W = D / F$; $W = 8 / 2$; $W = 4$
4 x 3 m SCREEN

F 1.5

$W = D / F$; $W = 8 / 1.5$; $W = 5.3$
5,3 x 4 m SCREEN

F 1.0

$W = D / F$; $W = 8 / 1$; $W = 8$
8 x 6 m SCREEN

5.9.2. Càlcul de la potència lumínica

Per saber la potència lumínica òptima per a una projecció hem de calcular la relació que hi ha entre els lúmens del projector i els metres quadrats del total de l'àrea de projecció.

Aquesta relació s'expressa en una unitat de mesura anomenada lux.

Lux = lúmens/àrea de projecció.

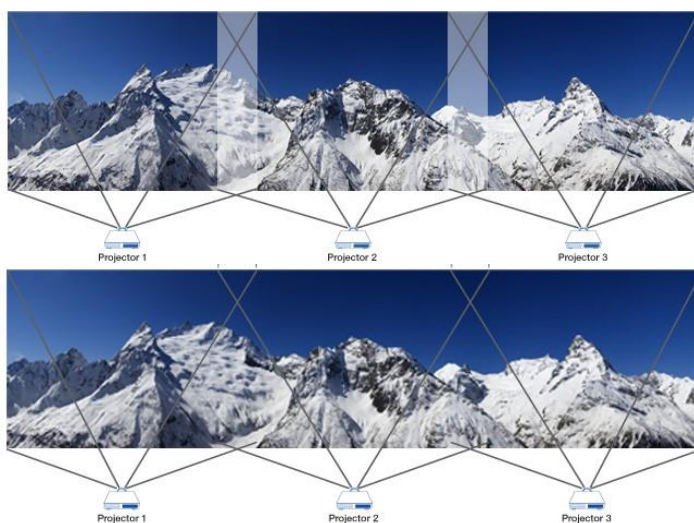
Tenint la potència lumínica d'un projector en lúmens i l'àrea total en metres quadrats de la superfície de projecció, podem calcular els lux d'una projecció. Una xifra de 75 lux seria la mínima per a una projecció acceptable en termes de contrast d'imatge, i de 150 fins a +400 es considera una òptima relació. En cas de fer un càlcul de potència lumínica i que el resultat quedi per sota de 75 lux, és recomanable afegir més projectors fins a aconseguir una bona relació lúmens/m².

5.10. Tècniques de multiprojecció

En moltes ocasions, per la mida de la pantalla, la proporció o per un resultat baix en lux d'un projecte, cal recórrer a més d'un canó de projecció, per cobrir òptimament la superfície de projecció.

En aquests casos, s'utilitzen les dues tècniques de multiprojecció que coneixem: *edge blending* i *stacking*.

5.10.1. Edge blending



5.10.2. *Stacking*

Aquesta tècnica es basa a superposar la imatge d'un projector sobre la imatge d'un altre canó de projecció, per així afegir les seves potències lumíniques. El resultat d'aquesta suma, que no és aritmètica, no és exactament la suma de les potències de cada projector; en tractar-se d'una suma logarítmica, el valor resultant pot variar.

La tècnica de *stacking* té un límit de tres projectors superposats, ja que la suma de més projectors generaria a les zones més il·luminades de la imatge una suma de luminàncies que arribarien a cremar la imatge.



6. Equips de captació, reproducció i manipulació

6.1. *Media server*

És un ordinador amb maquinari i programari dedicat per a la reproducció, manipulació, mescla i emissió de fitxers de vídeo digitals.

També té un processador potent i molta memòria RAM, gran capacitat i velocitat de discos durs, així com amb targetes dedicades per a la captura, el processament de vídeo a temps real i la sortida de senyal a través de capturadores i potents GPU.

Hi ha *media server* en els quals el maquinari i programari són un conjunt, de manera que no pots usar el programari si no és amb el maquinari del fabricant i hi ha altres programaris que podran ser instal·lats en qualsevol maquinari.

WATCHMAX 2.0 WX7100 (4 channel output)

- 4 x DisplayPort 1.4
- Up to 4K@ 60Hz per channel

WATCHMAX 2.0 WX9100 (6 channel output)

- 6 x Mini DisplayPort 1.4
- Up to 4K@ 60Hz per channel

WATCHMAX 2 SDI (12 channel output)

- 4 x Display Port 1.4
- 8 x 3G-SDI bi-directional connectors
- Up to 4K@ 60Hz per DisplayPort channel
- Up to 2K @ 60 Hz per SDI channel with 4K options when linking multiple connectors
- Estimated availability Q2, 2019



- WATCHOUT - Dataton
- D3 - Disguise
- PIXERA - Avstumpf
- SMODE - Smode
- RESOLUME ARENA – Resolume
- MILLUMIN - Millumin
- TOUCHDESIGNER - Derivative
- VVVV

6.2. Graphics Processing Unit (GPU)

Una unitat de processament gràfic és el que normalment anomenem una targeta gràfica.

És un coprocessador dedicat al processament de gràfics o operacions de coma flotant, per alleugerir la càrrega de treball del processador central en aplicacions com els videojocs o aplicacions 3D interactives.

NVIDIA						
NVIDIA QUADRO RTX						
RTX 8000	6.375,00 €	48 GB	DP 1.4 X 4	4 x 3840x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
RTX 6000	4.668,00 €	24 GB	DP 1.4 X 4	4 x 4096x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
RTX 5000	2.557,00 €	16 GB	DP 1.4 X 4	4 x 4096x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
RTX 4000	1.000,00 €	8GB		4 x 3840x2160 @ 120Hz	4 x 5120x2880 @ 60Hz	2 x 7680x4320 @ 60Hz
SYNC II	1.000,00 €					
NVIDIA GFORCE Z0						
2080TI	1.300,00 €	11 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
2080	900,00 €	8 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
2070	600,00 €	8 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
2060	400,00 €	6 GB	4 MONITORES	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 7680x4320 @ 60Hz	
AMD RAEDON						
AMD RAEDON PRO						
WX 9100	1.900,00 €	16 GB	Mini DP 1.4 X 6	6 x 3840x2160 @ 60Hz	2 x 3840x2160 @ 120Hz	3 x 5120x2880 @ 60Hz 1 x 7280x4320 @ 60Hz
WX 7100	750,00 €	8 GB	DP 1.4 X 4	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 3840x2160 @ 120Hz	2 x 5120x2880 @ 60Hz 1 x 7280x4320 @ 60Hz
WX 5100	500,00 €	8 GB	DP 1.4 X 4	4 x 3840x2160 @ 60Hz	1 x 3840x2160 @ 120Hz	2 x 5120x2880 @ 60Hz 1 x 7280x4320 @ 60Hz



6.3. Capturadores de vídeo

Són plaques dedicades a la captura de vídeo analògic o digital. Poden ser plaques internes o externes, amb diferents tipus de connectors d'entrada i sortida, i diferents prestacions quant a formats i resolucions.



- Blackmagic
- Magewell
- Datapath
- Matrox

6.4. Reproductors

Maquinari o programari dedicat a la reproducció de fitxers de vídeo.



- Blackmagic
- Aja
- Atomos
- PlaybackPro
- QLab
- vMix

6.5. Distribuïdors de senyal

Maquinari dedicat a distribuir senyal de vídeo. Normalment, consta d'una entrada i diferent nombre de sortides.



- Blackmagic
- Kramer
- Extron
- Atomos
- LightWave

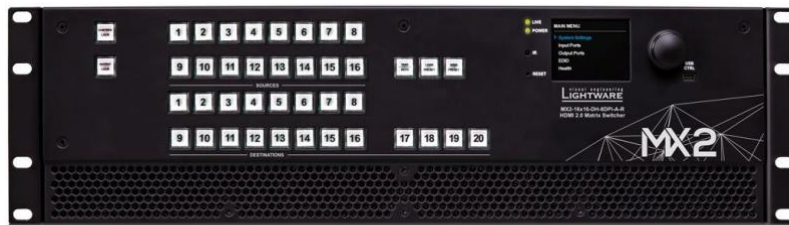
6.6. Selectors de senyal

Maquinari dedicat que permet connectar diferents senyals de vídeo i seleccionar-ne un per enviar a la sortida del vídeo.



6.7. Matrius de senyal

Maquinari dedicat que permet connectar un nombre determinat d'entrades de senyal de vídeo i commutar cadascun dels diferents senyals d'entrada entre les diferents sortides de senyal de les quals disposi l'aparell en qüestió.



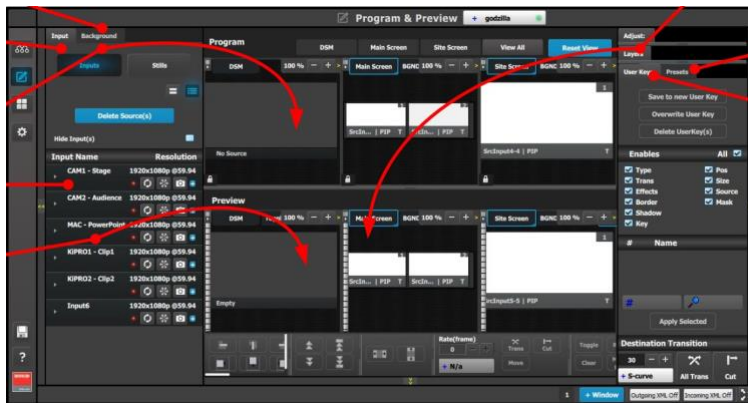
6.8. Mescladors de senyal

Maquinari dedicat a la mescla i retransmissió del senyal d'àudio i vídeo.



6.9. Processadors de senyal

Maquinari dedicat a la mescla, el processament, la composició i l'emissió de múltiples entrades i sortides de vídeo.



- BARCO E2
- BARCO S3
- ANALOG WAY ASCENDER 32
- SPIDER X80

6.10. Conversors de senyal

Maquinari dedicat a la conversió del senyal de vídeo. Converteix d'un tipus de connector a un altre.

